MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI ÎNVĂȚĂMÎNTULUI

ION DONISĂ MIHAI GRIGORE IOSIF TOVISSI

AEROFOTOINTERPRETARE GEOGRAFICĂ

071256
B.C.U. - IAȘI

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Editura didactică și pedagogică
București

I. 33874
Bibliotecă de Geologie-Geografie
I. IV-10375

Referent: *ing.* RADU STOICA
Redactor: VIORELA ANASTASIU
Tehnoredactor: VICTORIA GHIMIŞ
Coperta: ANTON DOICESCU

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Prefață

Geografia, ca știință, trece printr-o etapă de înnoire teoretică și metodologică. Din punct de vedere teoretic, *adoptarea concepției despre organizarea sistemică a materiei (concepție dezvoltată într-o serie de cursuri universitare recent tipărite în țara noastră) deschide noi perspective pentru descoperirea și înțelegerea raporturilor complexe dintre diferite procese și fenomene geografice, precum și pentru cunoașterea funcționalității sistemelor geografice.* Pe plan metodologic *se manifestă tendința adoptării mai hotărîte a metodelor și mijloacelor matematice și a teledetecției în abordarea realității geografice.*

Metodele și mijloacele matematice oferă geografiei posibilitatea caracterizării cantitative a sistemelor geografice și a descoperirii unor noi legități geografice.

Teledetecția deschide o cale nouă pentru obținerea mai rapidă și mai lesnicioasă a multor informații geografice. Astfel, aparatura de la bordul unor sateliți artificiali ai Pămîntului permite obținerea unor date complexe despre fiecare regiune, în mod repetat, la intervale scurte de timp.

Introducerea unui curs de aerofotointerpretare *pentru studenții geografi constituie un prim pas spre familiarizarea cu utilizarea teledetecției în domeniul de cercetare al geografiei.*

În lucrarea de față se pune un accent deosebit pe studiul aerofotogramelor, acestea avînd un rol deosebit în geografie, amintindu-se însă și alte posibilități pe care le oferă teledetecția în obținerea imaginilor aerospațiale ale suprafeței terestre.

Pentru a se înțelege mai bine caracteristicile aerofotogramelor, se dau informații esențiale despre aparatura, materialul fotosensibil și modul de obținere a imaginilor aerospațiale. Ulterior, se trece la examinarea modului de exploatare a aerofotogramelor, insistîndu-se asupra procedeelor de obținere a da-

BCU CLUJ / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

telor dimensionale necesare caracterizării cantitative a elementelor geografice (exploatarea aerofotogrammetrică) și asupra problemelor pe care le reclamă aerofotointerpretarea (exploatarea prin aerofotointerpretare). Accentul se pune pe aerofotointerpretarea tematică, ce poate furniza o multitudine de informații geografice dintre cele mai diverse. În acest sens, se expun criteriile și procedeele generale de obținere a fiecărei categorii de informații geografice. În final se prezintă modul de transpunere pe hartă a informațiilor obținute. Rămîne ca la lucrările practice să se întregească însușirea modului de lucru, astfel încît studenții să poată deprinde tehnica de fotointerpretare.

Cursul de față este întocmit pe baza unei bogate literaturi de specialitate și a experienței personale a autorilor. Desigur că nu a fost posibil și nici necesar să se detalieze, la maximum, fiecare aspect. Ca atare, lista bibliografică selectivă de la sfîrșitul cărții poate îndruma cititorul spre unele lucrări mai ample, pentru obținerea unor informații suplimentare.

Reprezentînd primul curs universitar de aerofotointerpretare tipărit în țara noastră, lucrarea este susceptibilă de eventuale observații, sugestii, îmbunătățiri. Cu speranța că acestea vor contribui la ridicarea valorii sale științifice, autorii mulțumesc anticipat celor care le vor face. Totodată, avînd convingerea că prin apariția acestei lucrări se dezvoltă utilizarea fotointerpretării în geografie, autorii aduc alese mulțumiri tuturor celor care i-au ajutat la elaborarea și publicarea ei.

AUTORII,

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Bundeskanzler,
Dr. Helmut Kohl,
Adenauerallee 139-141,
5300 Bonn,
BundesRepublik Deutschland

Cuprins

I. **INTRODUCERE** 17

I.1. TELEDETECȚIA ÎN ȘTIINȚELE DESPRE PĂMÎNT (I. Donisă) 17

I.2. AEROFOTOINTERPRETAREA CA PARTE A TELEDETECȚIEI ȘI IMPORTANȚA UTILIZĂRII EI ÎN GEOGRAFIE (I. Donisă) 18

I.3. SCURT ISTORIC AL FOTOINTERPRETĂRII (I. Donisă) . 21

I.3.1. Perioada de început 21

I.3.2. Perioada interbelică 22

I.3.3. Perioada postbelică 22

I.3.4. Dezvoltarea fotointerpretării în România 25

II. **OBȚINEREA IMAGINILOR AEROSPAȚIALE ALE SUPRAFEȚEI TERESTRE** 28

II.1. OBȚINEREA IMAGINILOR NEFOTOGRAFICE (I. Donisă) 28

II.1.1. Spectrul radiațiilor electromagnetice și posibilitățile de detectare a radiațiilor 28

II.1.2. Sursele de radiații electromagnetice 28

II.1.3. Comportarea radiațiilor electromagnetice în atmosferă 30

II.1.4. Teledetecția prin mijloace pasive 31

II.1.4.1. Obținerea imaginilor TV 31

II.1.4.2. Obținerea imaginilor prin sisteme de fototelevizione 33

II.1.4.3. Obținerea imaginilor prin termografiere . . 33

II.1.4.4. Obținerea imaginilor cu ajutorul radiometrelor 35

II.1.4.5. Obținerea imaginilor cu ajutorul scanerelor multispectrale 36

II.1.4.6. Transmiterea imaginilor la sol 37

II.1.5. Teledetecția prin mijloace active 37

II.1.5.1. Obținerea imaginilor cu ajutorul radarului . 38

II.1.5.2. Obținerea imaginilor cu ajutorul radarului-laser (LIDAR) 40

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

II.1.5.3. Obținerea imaginilor cu ajutorul sistemului SONAR 41
II.1.5.4. Obținerea imaginilor holografice 41

II.2. OBȚINEREA IMAGINILOR FOTOGRAFICE CONVENȚIONALE 42
II.2.1. Caracteristicile aparatelor de zbor pentru aerofotografiere (M. Grigore) 42
II.2.1.1. Avioanele fotogrammetrice și condițiile lor de dotare tehnică 42
II.2.1.2. Tipuri de avioane fotogrammetrice, caracteristici și performanțe tehnice 43
II.2.2. Camerele aerofotogrammetrice (M. Grigore) . . . 44
II.2.2.1. Părțile componente ale unei camere aerofotogrammetrice 44
II.2.2.2. Tipuri de camere aerofotogrammetrice . . 46
II.2.3. Caracteristicile materialelor fotogrammetrice (M. Grigore) 52
II.2.3.1. Materiale fotosensibile 53
II.2.3.2. Elemente de sensitometrie 53
II.2.4. Prelucrarea fotografică a filmelor (M. Grigore) . . 55
II.2.5. Obținerea copiilor fotografice (M. Grigore) 56
II.2.5.1. Aparate pentru copiat fotogramele 57
II.2.6. Caracteristicile aerofotogramelor (I. Donisă) . . . 58
II.2.6.1. Caracteristici generale 58
II.2.6.2. Caracteristici fotografice 60
II.2.6.3. Caracteristici geometrice 64

III. **EXPLOATAREA AEROFOTOGRAMELOR** 72
III.1. LUCRĂRI PREGĂTITOARE PENTRU AEROFOTOINTERPRETAREA GEOGRAFICĂ (M. Grigore) 72
III.1.1. Alegerea tipului de materiale fotogrammetrice . 72
III.1.2. Indexarea materialului fotogrammetric 74
III.1.3. Delimitarea suprafeței utile (efective) pentru fotointerpretare 74
III.1.4. Realizarea fotoasamblajelor 75
III.1.5. Documentarea asupra regiunii și scopul fotointerpretării 76

III.2. EXPLOATAREA FOTOGRAMMETRICĂ (I. Tövissi) . . 76
III.2.1. Stereoscopie 76
III.2.2. Aparatura de stereointerpretare 80
III.2.3. Obținerea modelului stereoscopic 83
III.2.4. Măsurători planimetrice 86
III.2.5. Măsurători altimetrice 89

III.3. EXPLOATAREA PRIN FOTOINTERPRETARE . . . 95
III.3.1. Specificul fotointerpretării geografice (I. Donisă) . 95
III.3.2. Ergonomia procesului de fotointerpretare (I. Tövissi) 97

III.3.2.1. Calităţile fotointerpretatorului 97
III.3.2.2. Calitatea materialelor şi a aparaturii . . 97
III.3.2.3. Condiţiile de lucru 98
III.3.3. Procedee de fotointerpretare (I. Tövissi) . . . 99
III.3.4. Criterii de fotointerpretare (I. Tövissi) 100

III.4. AEROFOTOINTERPRETAREA TEMATICĂ 104
III.4.1. Aerofotointerpretarea alcătuirii geologice (I. Donisă) 104
III.4.1.1. Necesitatea informaţiilor geologice pentru geografi 104
III.4.1.2. Identificarea alcătuirii litologice . . . 104
III.4.1.3. Identificarea modului de punere în loc a maselor de roci, a modului de zăcămînt şi a grosimii stratelor 107
III.4.1.4. Descifrarea structurii 108
III.4.1.5. Detectarea mişcărilor tectonice 110
III.4.2. Aerofotointerpretarea reliefului (M. Grigore) . . 111
III.4.2.1. Aerofotointerpretarea caracterelor morfografice 113
III.4.2.2. Aerofotointerpretarea caracterelor morfometrice 114
III.4.2.3. Aerofotointerpretarea morfogenezei reliefului 114
III.4.2.4. Aerofotointerpretarea vîrstei reliefului . 116
III.4.2.5. Aerofotointerpretarea morfodinamicii reliefului 116
III.4.3. Aerofotointerpretarea aspectelor climatice şi meteorologice (I. Tövissi) 117
III.4.3.1. Analiza factorilor climatogeni 117
III.4.3.2. Analiza elementelor climatice şi meteorologice 119
III.4.3.3. Regionarea topo- şi microclimatică . . . 120
III.4.4. Aerofotointerpretarea elementelor hidrologice (I. Tövissi) 120
III.4.4.1. Aerofotointerpretarea apelor subterane . 121
III.4.4.2. Aerofotointerpretarea apelor de suprafaţă 122
III.4.4.3. Aerofotointerpretarea bazinelor lacustre şi a mărilor de mică adîncime 123
III.4.4.4. Aerofotointerpretarea formaţiunilor de gheaţă 123
III.4.4.5. Aerofotointerpretarea poluării apelor . . 124
III.4.5. Aerofotointerpretarea aspectelor biogeografice (I. Tövissi) 125
III.4.5.1. Identificarea vegetaţiei pe aerofotograme 129
III.4.5.2. Aerofotointerpretarea faunei 133
III.4.6. Aerofotointerpretarea solului (M. Grigore) . . . 134
III.4.6.1. Criterii şi indicii pentru aerofotointerpretarea solurilor 134

BCU IAŞI CENTRU VECHI

III.4.6.2. Aerofotointerpretarea solurilor degradate 136
III.4.7. Regionarea fizico-geografică pe baza aerofotointerpretării (M. Grigore) 137
III.4.8. Aerofotointerpretarea în domeniul industriei (I. Donisă) 138
III.4.8.1. Detectarea şi identificarea întreprinderilor industriale pe aerofotograme . . 139
III.4.8.2. Aerofotointerpretarea în industria extractivă 140
III.4.8.3. Aerofotointerpretarea în industria energetică 142
III.4.8.4. Aerofotointerpretarea în industria siderurgică şi metalurgică 142
III.4.8.5. Aerofotointerpretarea în industria constructoare de maşini 142
III.4.8.6. Aerofotointerpretarea şantierelor navale 142
III.4.8.7. Aerofotointerpretarea în industria chimică 143
III.4.8.8. Aerofotointerpretarea în industria lemnului, celulozei şi hîrtiei 143
III.4.8.9. Aerofotointerpretarea în industria textilă 143
III.4.8.10. Aerofotointerpretarea în industria pielăriei şi încălţămintei 143
III.4.8.11. Aerofotointerpretarea în industria alimentară 143
III.4.8.12. Aprecieri asupra mărimii întreprinderilor şi a intensităţii activităţii 144
III.4.8.13. Aprecieri asupra amplasării geografice a întreprinderilor 144
III.4.8.14. Identificarea platformelor şi a grupărilor industriale şi detectarea legăturilor de producţie dintre întreprinderi . . . 145
III.4.9. Aerofotointerpretarea în domeniul agriculturii (I. Tövissi) 146
III.4.9.1. Recunoaşterea şi analiza peisajului agrar 146
III.4.9.2. Aprecierea calitativă şi cantitativă a producţiei agricole 149
III.4.10. Aerofotointerpretarea în domeniul transporturilor şi comunicaţiilor (I. Donisă) 150
III.4.10.1. Aerofotointerpretarea în transporturile feroviare 150
III.4.10.2. Aerofotointerpretarea în transporturile rutiere 150
III.4.10.3. Aerofotointerpretarea în transporturile navale 151
III.4.10.4. Aerofotointerpretarea în transporturile aeriene 152
III.4.10.5. Aerofotointerpretarea în transporturile speciale 152

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

III.4.10.6. Aerofotointerpretarea în telecomunicații 153
III.4.11. Aerofotointerpretarea în domeniul geografiei turismului (M. Grigore) 153
III.4.11.1. Operații pentru pregătirea aerofotointerpretării geografice 153
III.4.11.2. Aerofotointerpretarea potențialului natural pentru turism 154
III.4.11.3. Aerofotointerpretarea potențialului social-economic și cultural 156
III.4.11.4. Aerofotointerpretarea aspectelor de dinamică și funcționalitate turistică . . 156
III.4.12. Aerofotointerpretarea în domeniul geografiei populației și așezărilor (M. Grigore) 157
III.4.12.1. Aerofotointerpretarea în geografia populației 157
III.4.12.2. Aerofotointerpretarea în geografia așezărilor 158
III.4.12.2.1. Aerofotointerpretarea geografică a așezărilor rurale 158
III.4.12.2.2. Aerofotointerpretarea geografică a așezărilor urbane 159
III.4.13. Aerofotointerpretarea în domeniul sistematizării teritoriului și localităților (M. Grigore) 162
III.4.13.1. Baza aerofotogrammetrică pentru fotointerpretare 163
III.4.13.2. Aerofotointerpretarea în domeniul sistematizării și organizării teritoriului . 164
III.4.13.3. Aerofotointerpretarea în sistematizarea localităților 165
III.4.13.3.1. Aerofotointerpretarea în sistematizarea așezărilor rurale 165
III.4.13.3.2. Aerofotointerpretarea în sistematizarea localităților urbane 166
III.5. TRANSPUNEREA PE HARTĂ A INFORMAȚIILOR OBȚINUTE DIN AEROFOTOINTERPRETARE (M. Grigore) 167
III.5.1. Transpunerea prin metode grafice 168
III.5.2. Transpunerea cu instrumente și aparate 171
III.5.2.1. Transpunerea cu instrumente 171
III.5.2.2. Transpunerea cu aparate 173
III.5.3. Automatizarea aerofotointerpretării și transpunerii rezultatelor pe hartă 174
III.6. FINALIZAREA AEROFOTOINTERPRETĂRII (I. Tövissi) 178
III.6.1. Controlul la teren 178
III.6.2. Redactarea protocolului de aerofotointerpretare . . 179
IV. BIBLIOGRAFIE 181
V. GLOSAR (I. Tövissi, I. Donisă) 185

Table des matières

I. **INTRODUCTION** 17

I.1. LA TÉLÉDÉTECTION DANS LES SCIENCES SUR LA TERRE (I. Donisă) 17
I.2. L'AÉROPHOTOINTERPRÉTATION EN TANT QUE PARTIE DE LA TÉLÉDÉTECTION ET L'IMPORTANCE DE SON UTILISATION DANS LA GÉOGRAPHIE (I. Donisă) 18
I.3. BREF HISTORIQUE DE PHOTOINTERPRÉTATION (I. Donisă) 21
1.3.1. La période de début 21
1.3.2. La période de l'entre-deux-guerres 22
1.3.3. La période d'après la guerre 22
1.3.4. Le développement de photointerprétation en Roumanie 25

II. **L'OBTENTION DES IMAGES AÉRO-SPATIALES DE LA SURFACE TERRESTRE** 28

II.1. OBTENTION DES IMAGES NON PHOTOGRAPHIQUES (I. Donisă) 28
II.1.1. Le spectre des radiations électromagnétiques et les possibilités de détection des radiations . . . 28
II.1.2. Les sources de radiations électromagnétiques . . . 28
II.1.3. Le comportement des radiations électromagnétiques dans l'athmosphère . . . 30
II.1.4. La télédétection par des moyens passifs 31
II.1.4.1. L'obtention des images de télèvision . . . 31
II.1.4.2. L'obtention des images par des sistemes de phototélévision 33
II.1.4.3. L'obtention des images par thermographie 33
II.1.4.4. L'obtention des images à l'aide des radiomètres 35
II.1.4.5. L'obtention des images à l'aide des scaners multispectraux 36
II.1.4.6. La transmission des images au sol . . . 37
II.1.5. La télédétection par des moyens actifs 37
II.1.5.1. L'obtention des images à l'aide du radar 38

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

II.1.5.2. L'obtention des images à l'aide du radar-laser (LIDAR) 40
II.1.5.3. L'obtention des images à l'aide du système SONAR 41
II.1.5.4. L'obtention des images holographiques . . 41
II.2. L'OBTENTION DES IMAGES PHOTOGRAPHIQUES CONVENTIONNELLES 42
II.2.1. Les caractéristiques des appareils de vol pour l'aérophotographie (M. Grigore) 42
II.2.1.1. Les avions photogrammétriques et leurs conditions de dotation technique 42
II.2.1.2. Types d'avions photogrammétriques, caractéristiques et performances techniques . . . 43
II.2.2. Les caméras aérophotogrammétriques (M. Grigore) 44
II.2.2.1. Les parties composantes d'une caméra aérophotogrammétrique 44
II.2.2.2. Types de caméras aérophotogrammétriques 46
II.2.3. Les caractéristiques des matériaux photogrammétriques (M. Grigore) 52
II.2.3.1. Matériaux photosensibles 53
II.2.3.2. Eléments de sensitométrie 53
II.2.4. Traitement photographique des films (M. Grigore) 55
II.2.5. L'obtention des copies photographiques (M. Grigore) 56
II.2.5.1. Appareils pour copier les photogrammes . . 57
II.2.6. Les caractéristiques des aérophotogrammes (I. Donisă) 58
II.2.6.1. Caractéristiques générales 58
II.2.6.2. Caractéristiques photographiques 60
II.2.6.3. Caractéristiques géométriques 64
III. EXPLOITATION DES AÉROPHOTOGRAMMES 72
III.1. TRAVAUX PRÉLIMINAIRES A L'AÉROPHOTOINTERPRÉTATION GÉOGRAPHIQUE (M. Grigore) 72
III.1.1. Le choix du type de matériaux photogrammétriques 72
III.1.2. L'indexation du matériel photogrammétrique . . 74
III.1.3. La délimitation de la surface utile (effective) pour photointerprétation 74
III.1.4. Réalisation des photoassemblages 75
III.1.5. La documentation sur la région et le but de photointerprétation 76
III.2. L'EXPLOITATION PHOTOGRAMMÉTRIQUE (I. Tövissi) 76
III.2.1. Stéréoscopie 76
III.2.2. L'appareillage de stéréointerprétation . . . 80
III.2.3. L'obtention du modèle stéréoscopique . . . 83
III.2.4. Mesurages planimétriques 86
III.2.5. Mesurages altimétriques 89
III.3. L'EXPLOITATION PAR PHOTOINTERPRÉTATION . . 95
III.3.1. Le spécifique de photointerprétation géographique (I. Donisă) 95
III.3.2. L'ergonomie du processus de photointerprétation (I. Tövissi) 97
III.3.2.1. Les qualités du photointerprétateur . . . 97

III.3.2.2. La qualité des matériels et de l'appareillage 97
III.3.2.3. Conditions de travail 98
III.3.3. Procédés de photointerprétation (I. Tövissi) . . . 99
III.3.4. Critères de photointerprétation (I. Tövissi) . . . 100

III.4. L'AÉROPHOTOINTERPRÉTATION THÉMATIQUE . . . 104
III.4.1. L'aérophotointerprétation de la constitution géologique (I. Donisă) 104
III.4.1.1. La nécessité des informations géologiques pour les géographes 104
III.4.1.2. L'identification de la constitution lithologique . . . 104
III.4.1.3. L'identification du mode de mise en place des masses de roches, du mode de gisement et de l'épaisseur des strates 107
III.4.1.4. Déchiffrement de la structure 108
III.4.1.5. Détection des mouvements tectoniques . . 110
III.4.2. L'aérophotointerprétation du relief (M. Grigore) . 111
III.4.2.1. L'aérophotointerprétation des caractères morphographiques 113
III.4.2.2. L'aérophotointerprétation des caractères morphométriques 114
III.4.2.3. L'aérophotointerprétation de la morphogenèse du relief 114
III.4.2.4. L'aérophotointerprétation de lâge du relief 116
III.4.2.5. L'aérophotointerprétation de la morphodynamique du relief 116
III.4.3. L'aérophotointerprétation des aspects climatiques et météorologiques (I. Tövissi) 117
III.4.3.1. L'analyse des facteurs climatogènes . . 117
III.4.3.2. L'analyse des éléments climatiques et météorologiques 119
III.4.3.3. La régionalisation topo- et microclimatique 120
III.4.4. L'aérophotointerprétation des éléments hydrologiques (I. Tövissi) 120
III.4.4.1. L'aérophotointerprétation des eaux souterraines 121
III.4.4.2. L'aérophotointerprétation des eaux de surface 122
III.4.4.3. L'aérophotointerprétation des bassins lacustres et des mers de petite profundeur 123
III.4.4.4. L'aérophotointerprétation des formations de glace 123
III.4.4.5. L'aérophotointerprétation de la pollution des eaux 124
III.4.5. L'aérophotointerprétation des aspects biogéographiques (I. Tövissi) 125
III.4.5.1. L'identification de la végétation sur les aérophotogrammes 129

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

III.4.5.2. L'aérophotointerprétation de la faune . . 133
III.4.6. L'aérophotointerprétation du sol (M. Grigore) . . 134
III.4.6.1. Critères et indices pour l'aérophotointerprétation des sols 134
III.4.6.2. L'aérophotointerprétation des sols dégradés 136
III.4.7. La régionalisation physico-géographique sur la base de l'aérophotointerprétation (M. Grigore)
III.4.8. L'aérophotointerprétation dans le domaine de l'industrie (I. Donisă) 138
III.4.8.1. La détection et l'identification des entreprises industrielles sur les aérophotogrammes 139
III.4.8.2. L'aérophotointerprétation dans l'industrie extractive 140
III.4.8.3. L'aérophotointerprétation dans l'industrie énrgétique 142
III.4.8.4. L'aérophotointerprétation dans l'industrie sidérurgique et métallurgique 142
III.4.8.5. L'aérophotointerprétation dans l'industrie de constructions mécaniques 142
III.4.8.6. L'aérophotointerprétation des chantiers navals 142
III.4.8.7. L'aérophotointerprétation dans l'industrie chimique 143
III.4.8.8. L'aérophotointerprétation dans l'industrie du bois, de la cellulose et du papier . . . 143
III.4.8.9. L'aérophotointerprétation dans l'industrie textile 143
III.4.8.10. L'aérophotointerprétation dans l'industrie du cuir et des chaussures 143
III.4.8.11. L'aérophotointerprétation dans l'industrie alimentaire 143
III.4.8.12. Appréciations sur la grandeur des entreprises et de l'intensité de l'activité . . . 144
III.4.8.13. Appréciations sur l'emplacement géographique des entreprises 144
III.4.8.14. Identification des plates-formes et des groupements industriels et la détection des relations de production entre les entreprises 145
III.4.9. L'aérophotointerprétation dans le domaine de l'agriculture (I. Tövissi) 146
III.4.9.1. La reconnaissance et l'analyse du paysage agraire 146
III.4.9.2. L'appréciation qualitative et quantitative de la production agricole 149
III.4.10. L'aérophotointerprétation dans le domaine des transports et des communications (I. Donisă) . . 150

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

III.4.10.1. L'aérophotointerprétation dans les transports ferroviaires 150
III.4.10.2. L'aérophotointerprétation dans les transports routiers 150
III.4.10.3. L'aérophotointerprétation dans les transports navals 151
III.4.10.4. L'aérophotointerprétation dans les transports aériens 152
III.4.10.5. L'aérophotointerprétation dans les transports spéciaux 152
III.4.10.6. L'aérophotointerprétation dans les télécommunications 153
III.4.11. L'aérophotointerprétation dans le domaine de la géographie du tourisme (M. Grigore) 153
III.4.11.1. Opérations pour la préparation de l'aérophotointerprétation géographique . . 153
III.4.11.2. L'aérophotointerprétation du potentiel naturel pour le tourisme 154
III.4.11.3. L'aérophotointerprétation du potentiel socio-économique et culturel 156
III.4.11.4. L'aérophotointerprétation des aspects de dynamique et fonctionnalité touristique 156
III.4.12. L'aérophotointerprétation dans le domaine de la géographie de la population et des établissements (M. Grigore) 157
III.4.12.1. L'aérophotointerprétation dans la géographie de la population 157
III.4.12.2. L'aérophotointerprétation dans la géographie des établissements 158
III.4.12.2.1. L'aérophotointerprétation géographique des établissements ruraux 158
III.4.12.2.2. L'aérophotointerprétation géographique des établissements urbaines 159
III.4.13 L'aérophotointerprétation dans le domaine de la systématisation du territoire et des localités (M. Grigore) 162
III.4.13.1. La base aérophotogrammétrique pour la photointerprétation 163
III.4.13.2. L'aérophotointerprétation dans le domaine de la systématisation et de l'organisation du territoire 164
III.4.13.3. L'aérophotointerprétation dans la systématisation des localités 165
III.4.13.3.1. L'aérophotointerprétation dans la systématisation des établissements ruraux . . . 165

BCU IASI / CENTRU UNIVERSITAR LIBRARY

III.4.13.3.2. L'aérophotointerprétation dans la systématisation des localités urbaines 166

III.5. LA TRANSPOSITION SUR LA CARTE DES INFORMATIONS OBTENUES PAR L'AÉROPHOTOINTERPRÉTATION (M. Grigore) 167
III.5.1. La transposition par des méthodes graphiques . . 168
III.5.2. La transposition à l'aide d'instruments et d'appareils 171
III.5.2.1. La transposition à l'aide d'instruments . 171
III.5.2.2. La transposition à l'aide d'appareils . . . 173
III.5.3. L'automatisation de l'aérophotointerprétation et de la transposition des résultats sur la carte 174

III.6. LA FINALISATION DE L'AÉROPHOTOINTERPRÉTATION (I. Tövissi) 178
III.6.1. Le contrôle au terrain 178
III.6.2. La rédaction du protocole d'aérophotointerprétion 179
IV. BIBLIOGRAPHIE 181
V. GLOSSAIRE (I. Tövissi, I. Donisă) 185

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

I.
INTRODUCERE

I.1. TELEDETECȚIA ÎN ȘTIINȚELE DESPRE PĂMÎNT

Dimensiunea planetară a obiectului lor de studiu, cît și existența unor regiuni greu accesibile, au impus științelor despre Pămînt și îndeosebi geografiei, utilizarea observației indirecte, efectuată pe diverse tipuri de reprezentări grafice ale suprafeței terestre. În felul acesta se obțin informații fără contactul cu obiectul cercetat și în absența lui.

Dar chiar în cazul observației directe nu se stabilește întotdeauna un contact nemijlocit între observator și obiectul studiat. Adesea, observatorul păstrează o anumită distanță față de obiecte, recepționînd o serie de „semnale" care îi parvin de la obiectele respective (unde electromagnetice vizibile sau nu, particule materiale etc.). Uneori, aceste semnale pot fi recepționate de la distanțe mari și în asemenea cazuri se realizează o *teledetecție*. Acest termen a început a fi utilizat la începutul deceniului actual ca echivalent al termenului englez *remote sensing*, introdus încă din deceniul trecut.

Teledetecția este procesul de recepționare (captare), de la distanță mare, a „semnalelor" emise sau remise de către obiecte și procese și de descifrare a acestor semnale pentru obținerea de informații despre obiectele și procesele respective. Unii cercetători înclină să considere teledetecția numai în cazul în care recepționarea semnalelor se face cu aparatură trimisă în spațiul cosmic și cu care se explorează Pămîntul sau alte corpuri cerești.

Teledetecția se bazează pe faptul că obiectele și procesele materiale trimit în spațiul înconjurător radiații de diverse tipuri, emanații corpusculare sau sînt întovărășite de cîmpuri de forță cu mare extindere spațială. Astfel, Pămîntul emană sau reflectă radiații, particule materiale și este înconjurat de cîmp gravitațional, cîmp magnetic și cîmp electric. Toate aceste semnale poartă informații despre starea planetei, a obiectelor și proceselor de pe suprafața sau din interiorul său.

Fiecare obiect sau proces emite semnale specifice care constituie „signatura" sa și după care poate fi identificat. Deci, teledetecția presupune recepționarea și identificarea „signaturii" obiectelor și proceselor. Teledetecția necesită o aparatură capabilă să recepționeze semnalele și o acțiune de decodificare a lor și de identificare a obiectelor și proceselor de la care vin.

Semnalele emise sau remise de Pămînt și de obiectele și procesele de pe suprafața lui se îndreaptă îndeosebi spre atmosferă și spațiul cos-

mic. De aceea, captarea lor de la distanță se face tocmai din atmosferă și spațiul cosmic, unde aparatura de detecție este trimisă cu diverse mijloace de zbor, sateliți artificiali, nave și laboratoare cosmice. De aici, legătura strînsă dintre dezvoltarea teledetecției și cea a mijloacelor de zbor și a aparaturii capabile să capteze și să consemneze semnalele.

I.2. AEROFOTOINTERPRETAREA CA PARTE A TELEDETECȚIEI ȘI IMPORTANȚA UTILIZĂRII EI ÎN GEOGRAFIE

O parte importantă a semnalelor emise sau remise de obiecte și procese constă în radiații luminoase, care alcătuiesc imagini vizuale pe care le putem recepționa cu ajutorul ochilor. Inventarea și perfecționarea fotografiei a permis ca imaginile vizuale să poată fi înregistrate. A apărut astfel posibilitatea ca, în loc să primească semnalul vizual direct de la obiect, cercetătorul să recepționeze imaginea de la o fotografie care reprezintă obiectul. Se poate înlocui astfel observația directă cu cea indirectă. De aici rezultă multiple avantaje, căci aparatul fotografic poate fi transportat cu cele mai diverse mijloace în locurile cele mai greu accesibile. El este capabil să înregistreze imagini diferite, cu o cadență rapidă, iar fiecare imagine rămîne independentă și se păstrează ca atare timp îndelungat, spre deosebire de memoria observatorului care nu reține decît o parte din detalii și acestea se șterg cu timpul, imaginea simplificîndu-se și estompîndu-se. Imaginea fotografică poate fi examinată oricînd și oricît de îndelung, putîndu-se extrage din ea aproape toate informațiile care au fost purtate de semnalele luminoase venite de la obiectele și procesele fotografiate.

Procesul complex de examinare a fotografiilor și de obținere a diverselor informații pe care ele le conțin constituie ceea ce se numește fotointerpretare.

Fotografierea se poate face de la sol ori de la înălțime, și anume dintr-un mijloc de zbor din atmosferă sau din spațiul cosmic, obținîndu-se în acest caz *aerofotografii* sau *fotografii aerospațiale. Procesul de obținere a informațiilor de pe asemenea fotografii poate fi numit aerofotointerpretare.*

În legătură cu definirea fotointerpretării trebuie să menționăm că unii autori restrîng sensul termenului considerînd ca atare doar o anumită parte a procesului de extragere a informațiilor de pe fotografii. Ei deosebesc *identificarea* obiectelor și proceselor după imaginile lor de pe fotografie și *fotointerpretarea,* ca un proces mai complex de deducție a unor informații suplimentare, care nu sînt reprezentate direct pe fotografie. Dacă identificarea ar putea fi comparată cu citirea unui text (prin identificarea literelor și a cuvintelor), fotointerpretarea ar putea fi comparată cu interpretarea textului care scoate la iveală noi informații, neexprimate direct în text. „Interpretarea fotografică veritabilă este deci o analiză metodică, care permite să se obțină, prin deducție și sinteză, informații care nu sînt vizibile direct pe fotografie, *urcînd de la aparențe la cauzele lor*".[1]

[1] C. Girard, M. Girard, *„Application de la télédetection à l'étude de la Biosphère"*, Masson et C-ie Édit., Paris, 1975, p. 55.

În realitate, identificarea și fotointerpretarea astfel concepute reprezintă două etape ale unui proces unitar, deoarece mai întîi se identifică obiectele și procesele vizibile pe fotografie și apoi se judecă raporturile dintre ele pentru a descoperi informații suplimentare. Și în observația directă se procedează la fel. Dealtfel, este greu de stabilit o limită tranșantă între identificare și fotointerpretare căci, în funcție de pregătire, un fotointerpretator „vede" dintr-o dată nu numai obiectele și procesele reprezentate pe fotografii, ci și relațiile dintre ele, în timp ce altuia îi sînt necesare raționamente mai complexe pentru a sesiza acele relații. De aceea, considerăm că trebuie utilizat doar termenul de fotointerpretare — respectiv aerofotointerpretare —, identificarea fiind o primă etapă în acest proces complex de extragere a informațiilor de pe fotografii.

Informațiile obținute prin fotointerpretare sînt atît de ordin calitativ, cît și de ordin cantitativ, căci se pot efectua măsurători exacte pe fotograme singulare sau pe modele stereoscopice realizate cu ajutorul cuplurilor de fotograme.

Există însă individualizată deja *fotogrammetria*, care se ocupă cu efectuarea măsurătorilor de pe fotograme. Desigur că fotogrammetria implică și identificarea obiectelor asupra cărora se fac măsurătorile. De aici rezultă clar că între fotogrammetrie și fotointerpretare există o anumită interferență, deoarece ambele recurg la exploatarea fotogramelor, identificînd obiectele și procesele reprezentate și efectuînd asupra lor o serie de măsurători. Fotointerpretarea urmărește însă cunoașterea cît mai aprofundată a obiectelor și proceselor — vizibile sau nu pe fotograme —, iar măsurarea se face doar pentru realizarea unei exactități mai mari. Fotogrammetria urmărește determinarea dimensiunilor obiectelor și proceselor și a poziției lor spațiale; examinarea lor se face doar pentru a le identifica. Fotogrammetria și fotointerpretarea utilizează unele aparate și procedee comune, dar recurg și la aparatură și procedee specifice.

Se poate spune deci că, deși între fotogrammetrie și fotointerpretare există tangențe și unele interferențe, nu este vorba de o suprapunere a sarcinilor și nici de o încălcare a domeniilor specifice. Între ele se realizează o colaborare, un sprijin reciproc prin schimb de cunoștințe, tehnici și procedee de lucru.

Se înțelege că fotointerpretarea are legături și cu fizica, fiziologia umană, chimia, tehnica fotografică, domenii care contribuie la crearea bazei tehnico-științifice necesară obținerii și exploatării fotogramelor. Sînt necesare însă legături foarte strînse și cu disciplina căreia îi aparțin informațiile care trebuie dobîndite de pe fotograme. Oricît de bine ar stăpîni baza tehnică a fotointerpretării, cercetătorul nu va obține succesul scontat dacă nu are formație de specialitate în domeniul cercetat. Numai cunoștințele temeinice de specialitate asigură fotointerpretatorului posibilitatea de a „citi" și interpreta corect imaginile, de a aprecia just relațiile dintre ele și a deduce informațiile care nu apar înscrise direct pe fotograme. Deci, nu se poate forma un fotointerpretator multilateral, care să se inițieze în diverse domenii, după necesități, ci mai curînd se pot iniția în fotointerpretare specialiștii domeniilor respective.

Dealtfel, se poate aprecia că fotointerpretarea nu reprezintă o disciplină ştiinţifică independentă ci o tehnică de lucru, care constă în aplicarea observaţiei indirecte, cu ajutorul fotografiilor. Desigur că este o tehnică specială a cărei înţelegere şi deprindere necesită o serie de cunoştinţe specifice, dar ea este accesibilă oricărui specialist dintr-un domeniu ştiinţific. Era firesc deci ca şi geografii să recurgă la aplicarea fotointerpretării. Dar pentru geografie, ca şi pentru alte ştiinţe despre Pămînt, este mai avantajos să se utilizeze fotografiile aero-spaţiale decît cele terestre. Fotografiile aero-spaţiale redau întinderi mari ale suprafeţei terestre şi sînt lipsite de „zone moarte" căci, privite vertical, obiectele nu se profilează unele pe altele, aşa cum se întîmplă în cazul fotografiilor terestre. De aceea, se poate aprecia că geografia utilizează cu precădere *aerofotointerpretarea.*

Geograful, înarmat cu cunoştinţele şi deprinderile efectuării fotointerpretării, poate extrage de pe fotografiile aero-spaţiale o multitudine de informaţii diverse, care să-i permită caracterizarea geografică complexă a regiunii aerofotografiate. O asemenea cale de obţinere a informaţiilor geografice prezintă importante avantaje faţă de observaţia directă în teren.

Aerofotointerpretarea se realizează în laborator, reducîndu-se foarte mult deplasarea în teren. Se realizează astfel o reducere considerabilă a cheltuielilor de timp, energie şi mijloace financiare. Nu se poate elimina cu desăvîrşire deplasarea în teren, deoarece fotointerpretarea nu permite precizarea sigură a tuturor informaţiilor. Unele deducţii rămîn la stadiul de ipoteză şi ele trebuie verificate în teren. De aceea, definitivarea rezultatelor aerofotointerpretării geografice presupune controlul în teren al unor informaţii. Dar nu mai este vorba de o deplasare sistematică pentru observarea întregii regiuni, ci doar de o deplasare în anumite puncte precise unde există unele dubii.

Pe de altă parte, nu pot fi obţinute, prin aerofotointerpretare, toate informaţiile geografice. De exemplu, nu se poate stabili cu exactitate vîrsta reliefului, debitul unui rîu, volumul producţiei unei fabrici etc. Dar se obţin numeroase alte informaţii încît se reduce mult cercetarea în teren.

Prin aerofotointerpretare se pot explora mai rapid mari întinderi de teren şi se pot examina amănunţit regiuni greu accesibile. Un alt avantaj important al aerofotointerpretării constă în posibilitatea de a examina în mod repetat o regiune, avînd în vedere că în laborator se poate relua în studiu oricare dintre aerofotograme, fără nici o dificultate. Asemenea necesitate apare frecvent căci, pe măsură ce avansează studiul unei regiuni, se conturează noi ipoteze, noi interpretări, care impun examinarea unor probleme în alt context şi sub alte aspecte. În cercetarea de teren ivirea unor asemenea situaţii, care cer revenirea, repetată, în acelaşi loc este costisitoare.

Toate aceste avantaje recomandă aerofotointerpretarea ca un mijloc preţios în cercetarea geografică, o tehnică capabilă să dea cercetării geografice mai multă exactitate în unele probleme, să ofere cercetătorului o perspectivă nouă a peisajului geografic, să reducă durata cercetării şi să aducă o însemnată economie de timp şi mijloace materiale. Dar, aşa cum s-a arătat, aerofotointerpretarea nu poate elimina complet necesitatea lucrului în teren care rămîne, în continuare, o componentă de seamă a muncii geografului.

I.3. SCURT ISTORIC AL FOTOINTERPRETĂRII

I.3.1. Perioada de început

Istoria fotointerpretării este relativ scurtă, fiind vorba de o creație a secolului nostru. Ea a fost pregătită însă de întreaga dezvoltare a științei și tehnicii, care au creat mijloacele utilizate în fotointerpretare.

Pentru pregătirea condițiilor favorabile apariției fotointerpretării un rol important l-a jucat practica utilizării unor reprezentări grafice a suprafeței terestre pentru efectuarea observației indirecte în științele despre Pămînt și îndeosebi în geografie. Folosirea hărților timp de peste 2000 de ani și apoi a unor schițe si desene a obișnuit cercetătorii cu acest gen de observație.

Importanța reprezentărilor grafice a crescut atunci cînd, în a doua jumătate a secolului al XVIII-lea, a început efectuarea ridicărilor topografice pe baza principiilor teoriei geometrice a perspectivei. Aimée Laussedat a perfecționat această tehnică, în secolul al XIX-lea, folosind Camera clară pentru realizarea unor desene mai exacte.

Odată cu inventarea fotografiei de către Jaques Daguerre și Nicéphore Niépce (invenție omologată de Academia Franceză în 1839), a apărut posibilitatea obținerii unor imagini mai exacte și mai obiective. Imediat după aceasta s-a trecut la utilizarea fotografiilor pentru ridicările topografice, iar arhitectul german Meydenbauer a introdus, pentru prima dată, într-un articol scris în anul 1893, termenul de *fotogrammetrie*. A. Laussedat a inventat fototeodolitul și un procedeu de întocmire a hărților topografice după fotograme terestre.

Spre sfîrșitul secolului al XIX-lea a apărut ideea utilizării fotografiilor stereoscopice și s-a născut *stereofotogrammetria*.

Între timp a apărut și s-a dezvoltat fotografia aeriană. Primele fotografii aeriene au fost realizate din balon în anul 1858 de către Gerard Felix Tournachon, cunoscut sub numele de Nadar. După aceea a urmat o avalanșă de perfecționări ale aparaturii de fotografiere, cît și a mijloacelor de zbor. La 24 aprilie 1909, un ofițer italian, rămas necunoscut, care îl însoțea pe americanul Wilbur Wright a făcut prima fotografie din avion, la Centocelle în Italia.

Un aport deosebit la dezvoltarea aerostereofotogrammetriei a adus austriacul Theodor Scheimpflug, care a conceput sistemul fotografierii din dirijabil, pe trasee rectilinii, paralele cu suprapunerea de cca 50% a fotografiilor vecine de pe același traseu și cu suprapunerea mai redusă a fotografiilor de pe traseele vecine. El a conceput o serie de procedee de obținere a hărților de pe fotografiile (fotogramele) aeriene, care sînt utilizate și astăzi. Încă de la sfîrșitul secolului al XIX-lea s-a început întocmirea hărților după fotogramele aeriene în diverse țări. Dar, un avînt deosebit a căpătat această acțiune în timpul primului război mondial. Tot atunci au fost folosite fotogramele aeriene pentru obținerea de informații diverse, născîndu-se *fotointerpretarea*.

I.3.2. Perioada interbelică

După război s-a acordat atenție aplicațiilor civile ale fotogramelor aeriene, care au început să fie utilizate în studii de geografie, agricultură, amenajarea teritoriului, urbanism, silvicultură, prospecțiuni geologice, arheologie. Au fost publicate numeroase lucrări care expuneau rezultatele fotointerpretării în diverse domenii, precum și lucrări de sinteză, care arătau posibilitățile oferite de fotogramele aeriene.

În anul 1938, Societatea de Geografie din Berlin a organizat un colocviu cu tema „Cercetarea geografică și fotografică aeriană", iar în Franța s-a ținut primul Congres de geografie aeriană.

În felul acesta, pînă în preajma celui de-al doilea război mondial, fotografia aeriană și fotointerpretarea căpătaseră poziții trainice și erau aplicate în domenii din cele mai variate.

Cel de-al doilea război mondial a stimulat mult perfecționarea avioanelor și aparaturii fotografice. Nevoia de hărți și de informații a impus realizarea unui număr enorm de fotograme aeriene în cele mai diverse regiuni ale globului.

Preocupările pentru aplicațiile civile ale fotointerpretării nu s-au întrerupt complet în timpul războiului, deși ele s-au redus simțitor. Au continuat să apară unele lucrări care examinau posibilitățile de aplicare și rezultatele obținute în unele domenii, între care și cel al formării fotointerpretatorilor.

I.3.3. Perioada postbelică

După al doilea război mondial s-a trecut, treptat, la dezvoltarea aplicațiilor civile ale fotointerpretării în cercetările geomorfologice, geologice, silvice, pedologice ș.a. S-a trecut la organizarea de întreprinderi complexe, care execută aerofotografierea, fotointerpretarea, elaborarea proiectelor și efectuarea unor vaste lucrări de prospectare și exploatare a unor zăcăminte de petrol și alte minerale utile, de dezvoltare regională și organizarea teritoriului, de asanare a mlaștinilor și de formare a unor sisteme de irigații etc.

Din anul 1949 au început să fie predate cursuri universitare de fotointerpretare, iar în 1950 s-a înființat la Delft, în Olanda, un Institut Internațional de Fotogrammetrie și Fotointerpretare (I.T.C.) pentru pregătirea postuniversitară a diverșilor specialiști din numeroase țări. În 1951, Societatea Internațională de Fotogrammetrie a înființat o Comisie de Fotointerpretare și s-au organizat apoi simpozioane internaționale de fotointerpretare. Ulterior, s-au înmulțit cursurile universitare de fotointerpretare și au fost organizate noi centre de formare postuniversitară în acest domeniu, cum este S.E.P.A. (Stage sur l'Exploitation des Photographies Aériennes), organizat la Paris de Școala Națională de Științe Geografice, Institutul Geografic Național și Organizația Franceză de Învățămînt de Teledetecție.

Începînd din anul 1961, în Franța este editată revista Photo-interpretation, care publică cupluri stereoscopice de fotograme aeriene, însoțite de schițe de fotointerpretare și comentarii în trei limbi. Tot în Franța,

Fig. 1. Poziția sateliților pe orbita planetară (după L. E. Smirnov):
1 — *sensul rotației Pămîntului;* 2 — *orbita satelitului;* 3 — *proiecția traiectoriei satelitului pe suprafața terestră;* 4 — *poziția cadrelor pe banda fotografiată.*

din 1963, se publică periodicul „Mémoires de photo-interpretation". Revistele de fotogrammetrie și unele reviste de specialități diverse au publicat numeroase lucrări de fotointerpretare în domeniile respective. S-au publicat, de asemenea, numeroase monografii și manuale de fotointerpretare în diverse țări.

Începînd din 1946 s-au efectuat numeroase fotograme din rachete, iar lansarea primului satelit artificial al Pămîntului de către U.R.S.S., în 1957, a deschis noi posibilități pentru aplicarea teledetecției în explorarea Pămîntului și a altor corpuri cosmice. Un satelit ar putea fotografia toată suprafața terestră în numai 17 zile, în timp ce unui avion i-ar fi necesari 20 ani pentru aceasta (fig. 1).

Prima imagine orbitală a Pămîntului a fost realizată la 7.VIII.1959 de către satelitul american Explorer-6.

La început s-a preconizat ca teledetecția din sateliți să fie aplicată doar în domeniul meteorologiei.

Primii sateliți meteorologici operaționali americani au fost cei din seria TIROS (Television Infrared Observation Satellite), din 1960 și pînă în 1965 fiind lansați 10 sateliți de acest tip. A doua generație de sateliți meteorologici americani a fost reprezentată prin sateliții NIMBUS, lansați din 1964 pînă în 1975. Din 1966 pînă în 1969 au fost lansați 9 sateliți ESSA (Environmental Survey Satellite), care au continuat programul sateliților TIROS. În 1966 și 1967 au fost lansați și sateliți geostaționari (care își mențin poziția deasupra aceluiași punct de pe suprafața terestră) din seria ATS (Application Technologic Satellite), iar din 1970 au început să fie lansați sateliți din seria NOAA (National Oceanic and Atmosferic Administration) ale căror sarcini vor fi preluate de o nouă serie de sateliți TIROS lansați în perioada 1978—1985.

După o serie de alte experiențe cosmice reușite, între care și lansarea omului în spațiul cosmic, U.R.S.S. a inaugurat la 16.III.1962 seria sateliților Cosmos, iar cu Cosmos-28, lansat în 1964, a început experimentarea observațiilor meteorologice. Cos-

mos-65, lansat în 1965, a fotografiat învelişul terestru de nori şi a trimis spre sol o capsulă cu clişeele realizate. Sistemul operaţional de sateliţi meteorologici sovietici a fost inaugurat de satelitul Meteor-1, lansat la 26.III.1969.

Din anul 1977, NASA a început să lanseze sateliţi meteorologici pentru Japonia, Italia şi Agenţia Spaţială Europeană.

Sateliţii meteorologici americani şi sovietici au fost dotaţi cu aparatură complexă, furnizînd imagini ale norilor şi suprafeţei terestre, atît în domeniul vizibil, cît şi în domeniul radiaţiilor infraroşii sau ale microundelor. Informaţiile furnizate de sateliţii meteorologici au fost utile şi altor ştiinţe despre Pămînt ca oceanografia, hidrologia uscatului, geologia, biogeografia, geomorfologia, geografia agriculturii, geografia aşezărilor omeneşti etc.

Din 1972 au fost lansaţi sateliţi speciali care să furnizeze date diverselor ştiinţe despre Pămînt. De aceea, ei au fost utilaţi cu aparatură de mare precizie, ajungînd la o rezoluţie la sol de 200 m în domeniul infraroşului, 80 m cu scanerele multispectrale şi 40 m în televiziunea şi fotografierea în pancromatic. Primul din aceşti sateliţi a fost ERTS-1 (Landsat-A), lansat la 28.VII.1972 de către S.U.A. şi care şi-a încetat activitatea la 1.I.1978. La 22.I.1975 a fost lansat ERTS-2 (Landsat-B), iar în septembrie 1977 a fost lansat Landsat-C (fig. 2).

Zborul orbital al lui Iuri Alekseevici Gagarin (U.R.S.S.), la 12.IV.1961, a deschis posibilitatea trecerii la fotografierea suprafeţei terestre cu camere fotografice mînuite de om şi la aducerea la sol a materialului fotografic pentru prelucrarea convenţională. Prima fotografie din Cosmos a fost realizată de către Gherman Titov în timpul zborului din 6.VIII. 1961 cu nava Vostok-2. Ulterior, misiunile Vostok, Voshod, Soiuz şi Saliut au prilejuit extinderea activităţii de fotografiere şi filmare a suprafeţei terestre de către cosmonauţii sovietici, care au utilizat o aparatură complexă de teledetecţie.

Cosmonauţii americani au fotografiat, de asemenea, suprafaţa terestră în cadrul programelor Gemini, Apollo şi Skylab, folosind o aparatură foarte complexă.

Acţiunea de explorare prin fotografiere şi teledetecţie s-a extins şi asupra altor corpuri cosmice. Astfel, staţia automată sovietică Luna-3,

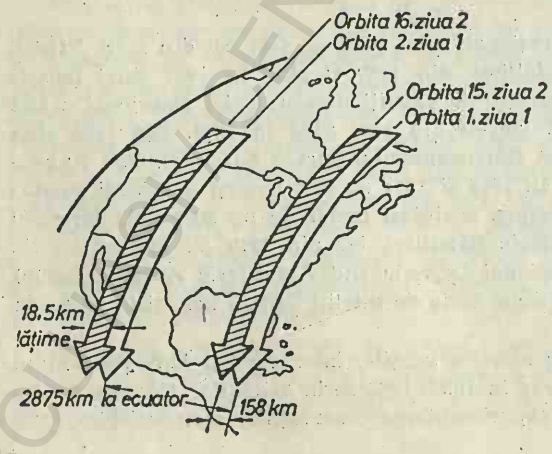


Fig. 2. Reţeaua de explorare a suprafeţei terestre din satelitul ERTS-1 (Landsat-1), care execută 14 revoluţii pe zi, asigurînd explorarea întregii suprafeţe terestre în 18 zile (după M. M. Thompson).

lansată în 1959, a făcut primele fotografii ale reversului Lunii la 4.X.1959. Acțiunea a fost continuată de stațiile Zond-3, Zond-6 și Zond-7 (1965—1969). În iulie 1964 s-au obținut și primele fotografii lunare americane de pe Ranger-7, iar în 1965 de pe Ranger-8 și Ranger-9.

În 1966 sateliți lunari sovietici și americani au fotografiat Luna, iar navele Luna-9 (U.R.S.S.) și Surveyor-1 (S.U.A.) au deschis seria aselenizărilor cu transmiterea de imagini de pe suprafața Selenei. La 21.VII.1969 a asèlenizat primul echipaj american (N. Armstrong și E. Aldrin), care a fotografiat și filmat suprafața Lunii, iar pînă în 1972 au mai aselenizat încă 5 echipaje americane.

Primele fotografii ale planetei Marte au fost recepționate în iulie 1965 de Mariner-4 (S.U.A.), iar în 1974 au fost primite și fotografii de la navele sovietice Mars-5 și Mars-6. În anul 1976 modulele (Lander) stațiilor americane Viking-1 și Viking-2 au transmis fotografii de la solul planetei Marte.

Planeta Venus a fost fotografiată în 1974 de către nava americană Mariner-10, iar în 1975 navele Venus-9 și Venus 10, lansate de U.R.S.S., au transmis primele fotografii de pe solul acestei planete.

În decembrie 1973, nava americană Pioneer-10 a transmis primele fotografii ale suprafeței planetei Jupiter, iar nava Mariner-10 a trimis, în martie 1974, primele imagini ale suprafeței planetei Mercur.

În anul 1979 s-au adus și primele imagini ale planetei Saturn și ale sateliților săi trimise de nava americană Pioneer-11.

În felul acesta, acțiunea de explorare a altor corpuri cosmice prin teledetecție a început odată cu acțiunea de explorare a suprafeței terestre prin aceleași mijloace. Perfecționarea necesară pentru a obține imagini cît mai detaliate în condițiile fotografierii la mare distanță și pentru a transmite imaginile pe Pămînt a stimulat cercetările în acest domeniu, iar soluțiile inventate au fost aplicate și la explorarea suprafeței terestre, mărindu-i precizia.

I.3.4. Dezvoltarea fotointerpretării în România

În țara noastră au fost folosite fotograme terestre pentru întocmirea de schițe topografice în timpul războiului din 1877. În anul 1899 au fost efectuate primele fotografii din balon, iar în 1911 Aurel Vlaicu a realizat primele fotografii din avion. În 1914 au fost făcute primele fotografii aeriene ale Bucureștiului.

În anul 1916 s-a înființat un *Serviciu fotoaerian* în cadrul aviației militare, care a activat în timpul primului război mondial. După război acesta a trecut în componența *Atelierului de fotocopiat și fotogrammetrie* de pe lîngă *Serviciul Geografic al Armatei,* unde a funcționat pînă în 1928, cînd a luat ființă *Biroul stereofotogrammetric.*

Recunoscîndu-se valoarea fotografiilor aeriene, la 1.IV.1924 s-a înființat o *Diviziune de cadastru aerian* pe lîngă *Direcția Aviației Civile,* care a realizat aerofotografierea unor orașe în vederea întocmirii planurilor topografice. În anul 1929 au fost înființate secții fotogrammetrice pe lîngă *Direcția superioară a aeronauticii* și *Direcția cadastrului minier,* iar în 1930 s-a înființat secția fotogrammetrică de pe lîngă *Serviciul Geo-*

grafic al Armatei, în locul Biroului stereofotogrammetric. Această secție a continuat să existe pe lîngă *Serviciul Geografic al Armatei* (ulterior Institutul Geografic Militar), sub diferite denumiri, pînă în anul 1945. Paralel cu ea au existat și serviciile fotoaeriene (fotogrammetrice) ale aviației militare și ale celei civile. În anul 1932 secția fotogrammetrică din aviația militară a fuzionat cu secția fotogrammetrică de la Direcția Cadastrului minier, formînd *Serviciul aerofotogrammetric* dependent de Secretariatul de Stat al Aerului.

Acțiunea de utilizare a fotogramelor aeriene s-a intensificat încît în anii 1932 și 1933 s-au organizat două raiduri aerofotogrammetrice, realizîndu-se aerofotografierea a 165 orașe.

În anul 1938, Serviciul aerofotogrammetric a fost transformat în *Oficiu hidrografic și aerofotogrammetric*, care a contribuit la realizarea planurilor topografice ale unor orașe și sate. În 1941, Oficiul a fost transformat în *Institut aerofotogrammetric*. În anul 1948, acest institut a fuzionat cu *Secția fotogrammetrică* din fostul Institut Geografic Militar (devenit apoi Direcția Topografică Militară, care continuă să dispună de servicii aerofotogrammetrice pe care le utilizează la realizarea hărților topografice).

O reorganizare a activității din domeniul civil al fotogrammetriei s-a realizat în anul 1958, cînd s-a înființat *Centrul de Fotogrammetrie* de pe lîngă Ministerul Agriculturii, cu sarcina de a efectua aerofotografierea și întocmirea planurilor cadastrale și a altor planuri și hărți topografice. Ulterior, Centrul de fotogrammetrie a fost transformat în *Institut de Geodezie, Fotogrammetrie, Cartografie și Organizarea teritoriului*, care există și în prezent și ține de Ministerul Agriculturii și al Industriei Alimentare. Acest institut a efectuat aerofotografierea unei mari părți a teritoriului țării, a întocmit și întocmește, an de an, un număr mare de planuri și hărți topografice la scări mari.

Este evident că utilizarea fotogramelor aeriene, îndeosebi în scopuri topografice, a început de timpuriu, dar s-au făcut multe tatonări pentru a găsi forma organizatorică cea mai adecvată pentru această activitate.

Pentru pregătirea cadrelor în domeniul utilizării fotogramelor aeriene s-au introdus cursuri de fotogrammetrie în cadrul învățămîntului tehnic superior și au fost elaborate cursurile și manualele necesare. Astfel, din 1925 au fost publicate cursuri de fotogrammetrie și de aerofotografiere de către I. Vidrașcu (1925), V. Gonta (1931), Anton Marin (1931), Gh. Nicolau-Bîrlad (1940, 1945), N. Oprescu (1961), M. Mihăilescu și N. Zegheru (1961), G. Marton și N. Zegheru (1972). Au fost, de asemenea, elaborate și publicate manuale de fotogrammetrie pentru uzul învățămîntului liceal de specialitate.

Dacă utilizarea fotogramelor aeriene în scopuri fotogrammetrice și învățămîntul fotogrammetric s-au bucurat de atenție și de dezvoltare susținută, fotointerpretarea a fost mai puțin practicată. Abia în 1972 a fost introdus un curs de fotointerpretare la secțiile de geografie din universități (la început facultativ și din 1975 obligatoriu).

După anul 1960 au început să fie publicate lucrări din domeniul fotointerpretării. Dintre acestea, cele mai ample sînt „Bazele descifrării fotografiilor aeriene" de N. G. Popescu și P. V. Budîlov (1962) și „Aerofotografia în cercetările geologice" de I. Drăghindă (1966), precum și capito-

lul „Fotogrammetrie-Fotointerpretare-Teledetecție“ din Manualul inginerului geodez de N. C. Oprescu ș.a. (1974). În anul 1979 a fost multiplicată partea întîi a cursului de „Aerofotointerpretare geografică“ de I. Donisă și I. Tövissi și a fost publicată lucrarea „Introducere în teledetecție“ de N. Zegheru și M. Albotă, prima lucrare amplă de acest gen din țara noastră. În afară de acestea au mai fost publicate numeroase studii bazate pe aplicarea fotointerpretării sau asupra posibilităților de utilizare a fotointerpretării și teledetecției în diverse domenii. Asemenea studii au fost publicate de N. Zegheru, I. Negoiță și D. Teaci (1960), D. Lubenescu (1962), S. Pauliuc (1962), N. Oprescu (1964), H. Grumăzescu ș.a. (1963), A. Rusu ș.a. (1970), I. Șalaru (1972), Gh. Anculete (1972), M. Grigore (1972, 1979), N. Boș (1971, 1972), A. Kiss (1974), I. Donisă (1975), I. Tövissi (1975, 1977, 1979) etc.

Preocupări intense în domeniul teledetecției au manifestat unii specialiști români, îndeosebi după 1970, prezentînd studii și comunicări la o serie de reuniuni științifice internaționale, lucrările lor fiind înserate în volumele publicate cu aceste ocazii. Dintre acești autori pot fi citați următorii: M. Albotă, M. Corcodel, C. Calistru, O. Molea, N. Oprescu, D. Rădulescu, D. Roșca, D. Roșculeț, I. Șalariu, I. Turdeanu.

Interesul cercetătorilor români față de teledetecție a fost stimulat de intrarea în funcțiune, la 17 ianuarie 1970, a stației APT, primită de la Organizația Meteorologică Engleză prin intermediul O.M.I. Cu această stație s-au recepționat imagini de la sateliții ESSA, NOAA, NIMBUS, Meteor.

După aceste începuturi tîrzii și timide, în prezent se constată că este necesară intensificarea eforturilor pentru utilizarea pe scară mai largă a fotointerpretării și a teledetecției, căci pe această cale geografia și numeroase alte științe pot obține, mai rapid și mai ieftin, numeroase informații.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY

II.
OBȚINEREA IMAGINILOR AEROSPAȚIALE ALE SUPRAFEȚEI TERESTRE

II.1. OBȚINEREA IMAGINILOR NEFOTOGRAFICE

II.1.1. Spectrul radiațiilor electromagnetice și posibilitățile de detectare a radiațiilor

Teledetecția se bazează pe captarea, de la distanță, a „semnalelor" lansate de obiecte și procese, în cea mai mare parte sub formă de radiații electromagnetice. Radiațiile au însă proprietăți diferite, în funcție de lungimea de undă, iar recepționarea lor se poate face cu sensori adecvați pentru fiecare categorie de radiații (fig. 3).

După cum rezultă din figura 3, numai o parte foarte redusă a radiațiilor electromagnetice poate fi captată cu ajutorul aparatelor și materialelor fotografice, dînd direct imaginea fotografică a obiectelor. Este vorba de zona vizibilă a spectrului electromagnetic și de o parte din radiațiile infraroșii, în cazul utilizării unor materiale fotografice speciale. Celelalte radiații pot fi captate cu alte tipuri de sensori, transformate în semnale electrice și apoi vizualizate sub formă de imagini cu ajutorul tuburilor catodice (cinescoape). Abia aceste imagini, derivate din semnalele inițiale, pot fi fotografiate pentru a fi examinate prin fotointerpretare. Asemenea imagini pot fi considerate ca nefotografice sau neconvenționale.

II.1.2. Sursele de radiații electromagnetice

Pămîntul, cu toate obiectele și procesele de pe el, constituie o importantă sursă de radiații. Dezintegrările unor elemente radioactive determină emanația, spre atmosferă și spațiul cosmic, a unor raze gamma. Întrucît planeta împreună cu toate obiectele de pe ea au temperatură mai mare decît zero absolut (—273,15°C), emană radiații calorice (infraroșii) iar, în unele cazuri, cînd obiectele devin incandescente, sînt emise și radiații luminoase. Datorită unor procese terestre sînt emise și radiații cu lungime de undă mare, de tipul microundelor și a undelor radio. Se înțelege că tipul și intensitatea radiațiilor emise depind de caracteristicile obiectelor și proceselor care le generează.

O altă sursă de radiații — foarte importantă pentru teledetecție — o constituie *Soarele,* care emite pe diverse lungimi de undă. Importanța radiațiilor solare derivă din faptul că ele ajung pe suprafața terestră și, în parte, sînt reflectate spre spațiul cosmic putînd fi astfel captate de sensorii plasați în atmosferă sau în spațiul extraterestru. Reflectarea ra-

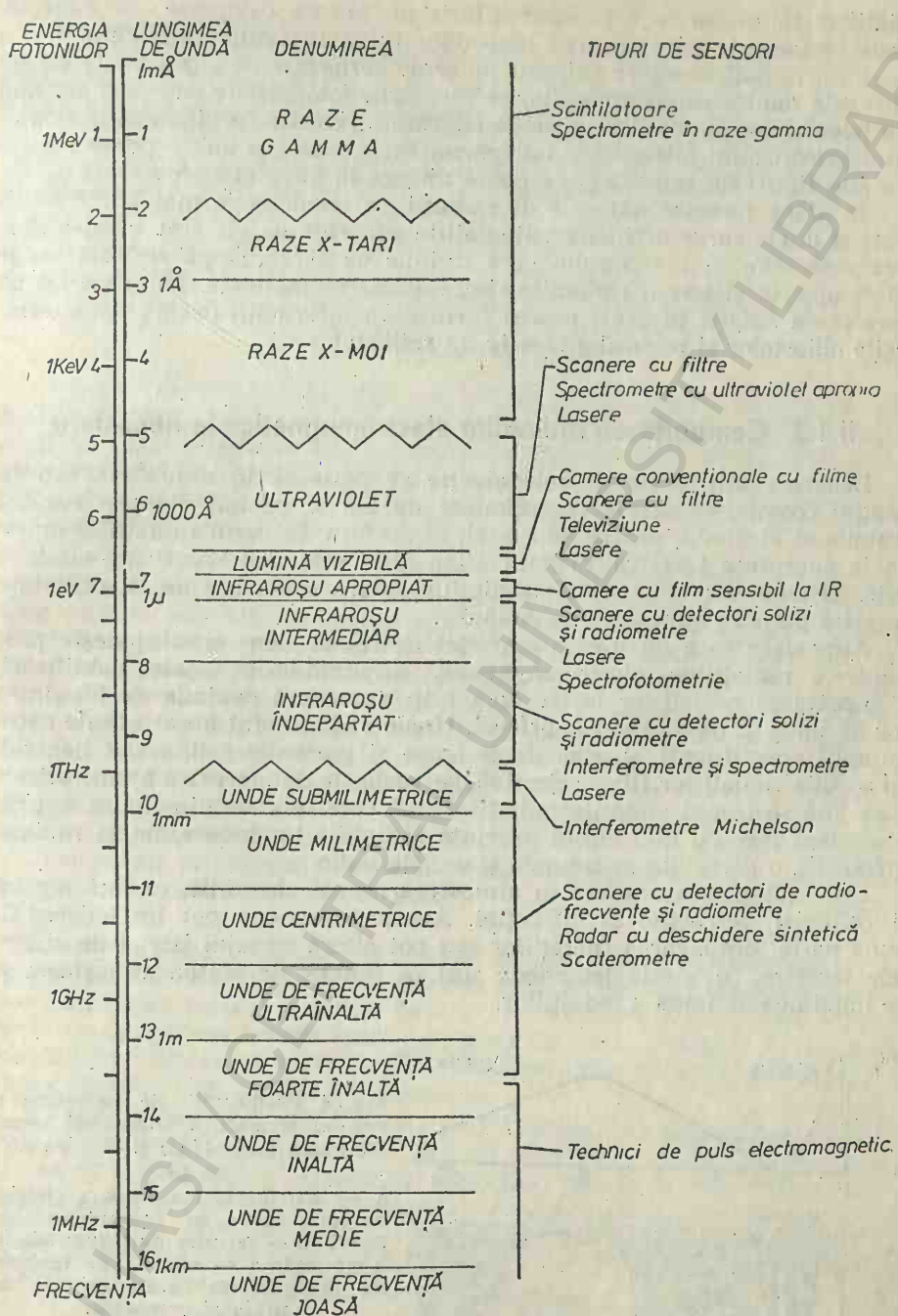


Fig. 3. Spectrul radiațiilor electromagnetice și mijloacele de detectare (după E. Schanda).

BCU CLUJ / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

diaţiilor solare se face în mod diferit de fiecare categorie de obiecte, ceea ce permite identificarea obiectelor după radiaţiile reflectate.

Cum radiaţiile solare cel mai puternic reflectate de suprafaţa terestră sînt cele luminoase, captarea lor se face prin fotografiere sau prin sisteme de televiziune. Radiaţiile emise de suprafaţa terestră se plasează în domeniul infraroşului mijlociu şi îndepărtat încît captarea lor se poate realiza cu alte tipuri de sensori şi se poate ajunge la imagini nefotografice.

În afara surselor naturale de radiaţii, în teledetecţie mai pot fi utilizate şi unele *surse artificiale*. Radiaţiile generate de ele sînt trimise asupra obiectelor şi a terenului care trebuie explorat. După reflectarea de către obiecte şi teren, radiaţiile sînt captate şi analizate. Modificările pe care le-au suferit în acest proces furnizează informaţii despre caracteristicile obiectelor şi terenului care le-au reflectat.

II.1.3. Comportarea radiaţiilor electromagnetice în atmosferă

Deoarece mijloacele de teledetecţie se plasează în atmosferă sau în spaţiul cosmic, radiaţiile recepţionate de ele şi venind dinspre Pămînt trebuie să străbată, parţial sau total, atmosfera. În cazul radiaţiilor emise de la suprafaţa terestră, drumul atmosferic este mai scurt căci ele trec prin ea doar o singură dată; radiaţiile solare reflectate de la suprafaţa terestră parcurg atmosfera de două ori.

Atmosfera este un mediu material destul de dens şi stînjeneşte propagarea radiaţiilor electromagnetice, impunîndu-le unele modificări. Comportarea radiaţiilor la trecerea prin atmosferă depinde de lungimea lor de undă şi de starea atmosferei. Unele radiaţii sînt absorbite de către anumiţi constituenţi ai atmosferei (gaze şi particule solide sau lichide). Absorbţia radiaţiilor fiind selectivă, se vorbeşte de „ferestre atmosferice", care lasă să treacă anumite radiaţii. După cum se vede din figura 4, prin atmosferă trec cu mai multă uşurinţă radiaţiile luminoase, unele radiaţii infraroşii, o parte din microunde şi undele radio.

Dar radiaţiile nu suferă în atmosferă numai absorbţie, ci sînt supuse şi reflexiei, refracţiei şi difracţiei. Aceste fenomene pot împiedeca, în bună parte, propagarea radiaţiilor sau pot altera mesajul lansat de obiectele terestre. Şi aceste fenomene sînt în funcţie de starea atmosferei şi de lungimea de undă a radiaţiilor.

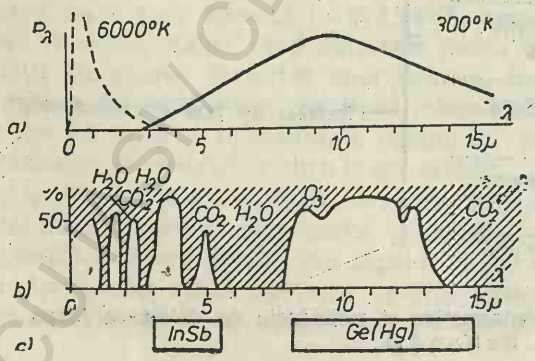


Fig. 4. Posibilităţi de detectare a emisiei termale a suprafeţei terestre (după L. Sellin şi H. Svensson);
a — *distribuţia spectrală a emisiei corpului negru cu temperatură de 300°K;* b — *ferestre de transmisie în atmosferă;* c — *benzile de lungimi de undă detectabile cu cristale de stibiu şi germaniu.*

Ţinînd seama de comportarea în atmosferă a radiaţiilor emise sau reflectate de suprafaţa terestră şi obiectele de pe ea, se pot stabili acele părţi ale spectrului radiaţiilor electromagnetice care străbat mai uşor atmosfera şi se pot inventa sensorii capabili să le detecteze.

Cum fotografiile bazate pe radiaţiile luminoase şi pe o parte din cele infraroşii vor fi tratate separat, constituind partea de bază a lucrării de faţă, în acest capitol ne vom referi doar la captarea acelor radiaţii care pot da imagini nefotografice.

II.1.4. Teledetecţia prin mijloace pasive

II.1.4.1. Obţinerea imaginilor TV

Sistemul de televiziune este utilizat pentru obţinerea imaginilor suprafeţei terestre cu aparatură transportată îndeosebi de sateliţi şi nave cosmice. Acest sistem se bazează pe două caracteristici ale ochiului omenesc: persistenţa imaginii pe retină un anumit timp şi puterea de separare limitată, care face ca o imagine compusă din puncte distincte, cu luminozitate diferită, să fie percepută ca un întreg.

În televiziune, imaginea luminoasă formată pe ecranul camerei de luat vederi este explorată punct cu punct şi linie cu linie şi cu ajutorul unor sensori adecvaţi se obţine cîte un semnal electric pentru fiecare punct. Intensitatea semnalului electric depinde de luminozitatea punctului căruia îi corespunde. Semnalele electrice sînt transformate în semnale radio (unde ultrascurte), care sînt emise la distanţă, unde sînt captate cu antenă şi introduse în aparatul de recepţie. Aici ele sînt transformate în fascicule de electroni cu intensitate corespunzătoare semnalului recepţionat. Pe ecranul tubului catodic, fasciculul de electroni formează un spot luminos. Deviate în mod sistematic, fasciculele de electroni formează spoturile luminoase în lungul unor linii care acoperă succesiv întregul ecran al cinescopului. Cum toată operaţia durează o mică fracţiune de secundă, observatorul percepe toate spoturile ca pe o imagine unitară.

În televiziunea destinată publicului, imaginile sînt descompuse şi refăcute din 525—819 linii. În teledetecţie este nevoie de o putere de rezolvare mai mare pentru a obţine detalii mai fine. De aceea imaginea este descompusă într-un număr mult mai mare de linii. Astfel, în sistemul de televiziune utilizat pe sateliţii ERS imaginile sînt formate din 4 000 de linii şi fiecare linie din cîte 4 200 puncte.

Imaginea de pe ecranul cinescopului poate fi fotografiată sau filmată şi în felul acesta poate fi stocată. Dar sînt posibile înregistrarea pe bandă magnetică a semnalelor electrice, rezultate din analiza imaginii înainte ca ele să fie transmise spre sol, precum şi înregistrarea semnalelor recepţionate la sol, înainte de a fi trimise spre tubul catodic. Banda magnetică poate fi utilizată apoi, la nevoie, pentru a obţine pe ecranul cinescopului imaginea. Înregistrarea poate fi utilizată însă şi pentru prelucrarea imaginii cu ajutorul calculatorului electronic. Se poate realiza astfel analiza automată a imaginii cu extragerea informaţiilor necesare. Folosind un program adecvat, calculatorul poate

elabora o imagine nouă, care să cuprindă numai informaţiile dorite, reprezentate codificat.

Sistemele convenţionale de televiziune lucrează cu întreg spectrul luminos, dar acestea pot lucra şi cu anumite lungimi de undă, selecţionate după necesităţi, folosind filtre adecvate, care să oprească pătrunderea celorlalte radiaţii în camera TV.

Pe sateliţi şi nave cosmice s-au utilizat două tipuri de televiziune. Un tip este cel dotat cu camere prevăzute cu obiectivi cu deschidere mare încît dau, dintr-o dată, imaginea unei porţiuni de teren pe întregul cadru al elementelor fotosensibile. Cu asemenea tip de cameră a fost echipat satelitul sovietic Molnia-1. Pe sateliţii sovietici Meteor şi pe sateliţii americani ESSA au fost utilizate cîte două camere TV, care explorau suprafaţa terestră cadru cu cadru. În staţia orbitală SKYLAB s-au utilizat camere TV, care funcţionau după acelaşi principiu, utilizînd atît radiaţiile vizibile, cît şi pe cele infraroşii.

Un alt tip de televiziune este cel care lucrează cu camere tip scaner, prevăzute cu obiectivi cu deschidere foarte mică (sub 1°), care recepţionează radiaţiile de pe o porţiune foarte restrînsă de teren. Explorarea unei benzi late şi continui din teren se realizează prin baleiere obţinută fie prin bascularea unei oglinzi care trimite radiaţiile în obiectiv, fie prin rotirea întregului satelit. Un asemenea sistem TV a fost utilizat pe sateliţii americani ATS.

În sateliţii ERTS A şi B s-a utilizat sistemul AVCS (Advanced Vidicon Camera System), alcătuit din trei camere de televiziune, lucrînd fiecare în cîte una din următoarele benzi spectrale: verde-albastru (475—575 nm), galben-roşu (580—680 nm), infraroşu apropiat (690—830 nm). Se obţineau astfel cîte trei imagini ale aceleiaşi porţiuni de teren. Fiecare imagine evidenţia mai bine anumite categorii de obiecte sau procese. Analiza lor comparativă şi combinată permitea obţinerea unor informaţii mai numeroase. În satelitul Landsat-C se utilizează sistemul RBV (Return Beam Vidicon) prevăzut cu cinci camere: două camere

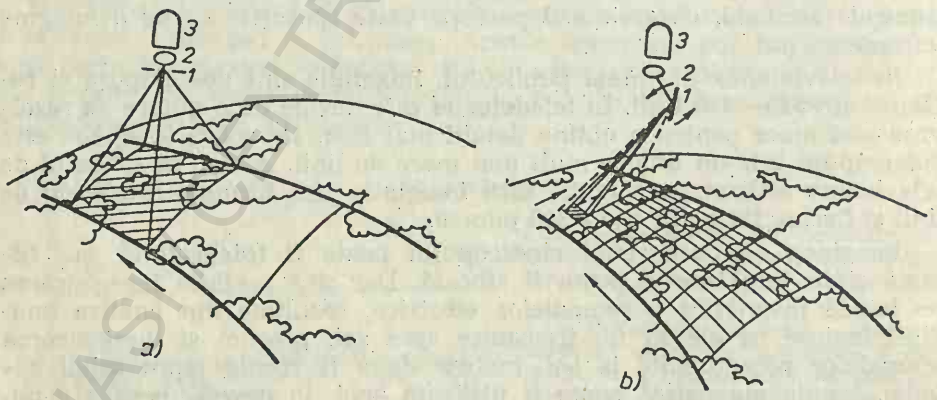


Fig. 5. Schema obţinerii imaginilor TV din sateliţi (după L. E. Smirnov):
a — *imagine cadru:* 1 — *diafragmă;* 2 — *obiectiv;* 3 — *corpul camerei TV;*
b — *imagine obţinută prin baleiere:* 1 — *oglindă rotativă;* 2 — *obiectiv;* 3 — *corpul camerei TV.*

care operează în pancromatic şi trei camere care operează numai în anumite benzi spectrale.

Din sateliţi nu este posibil şi nici necesar să se transmită un „film" continuu al suprafeţei terestre, ci doar imagini secvenţiale care, alăturate, să redea fîşia de teren deasupra căreia trece satelitul. De aici şi posibilitatea ca fiecare imagine să fie descompusă într-un număr mare de linii şi puncte, ceea ce necesită un timp mai îndelungat. În sistemul Vidicon sînt necesare 3,5 secunde pentru „explorarea" unei imagini şi înregistrarea semnalelor pe bandă magnetică.

II.1.4.2. Obţinerea imaginilor prin sisteme de fototeleviziune

În cazurile în care materialul fotografic nu poate fi recuperat (de exemplu, la fotografierea de pe nave cosmice fără echipaj), s-a recurs la utilizarea unor sisteme în care se combină fotografierea automată cu transmiterea imaginii prin televiziune. După expunere, materialul fotografic este prelucrat automat pînă la obţinerea imaginii stabile. Imaginea astfel obţinută este explorată prin baleiere şi semnalele modulate sînt transmise pe Pămînt, unde sînt recepţionate şi înregistrate magnetic sau vizualizate pe un tub catodic de pe care pot fi fotografiate.

Sisteme de fototeleviziune au fost utilizate, de exemplu, pe navele sovietice Zond şi pe cele americane Lunar Orbiter, pentru obţinerea de fotografii ale suprafeţii Lunii.

II.1.4.3. Obţinerea imaginilor prin termografiere

Dinspre suprafaţa terestră sînt emise, spre atmosferă, radiaţii infraroşii provenind din două surse principial diferite. Radiaţiile din infraroşul apropiat (cu lungime de undă sub 3 000 nm) provin numai din reflectarea de către suprafaţa terestră şi obiectele de pe ea a radiaţiilor calorice venite de la Soare. Radiaţiile infraroşului mijlociu şi îndepărtat (3 000—100 000 nm) provin, aproape exclusiv, din emisia de către suprafaţa terestră şi obiectele de pe ea. De aceea se poate vorbi de *radiaţii infraroşii reflectate,* care au lungime de undă mai mică de 3 000 nm şi pot fi detectate cu materiale fotografice speciale, şi de o *emisie termală* sub formă de radiaţii cu lungime de undă mai mare de 3 000 nm.

Emisia termală este în funcţie de temperatura obiectului şi de natura suprafeţei lui. Cu cît temperatura este mai mare, cu atît mai intense sînt radiaţiile infraroşii emise; cu cît suprafaţa obiectului este mai mată şi de culoare mai închisă, cu atît mai intensă este emisia.

Absorbţia diferenţială a radiaţiilor de către atmosferă face ca pentru detectarea radiaţiilor infraroşii să se poată utiliza doar două ferestre atmosferice care permit trecerea radiaţiilor cu lungimi de undă de 3 000—5 500 nm şi 8 000—14 000 nm. Folosind filtre adecvate, se pot opri alte radiaţii, care ar ajunge pînă la detector.

Detectarea radiaţiilor infraroşii de emisie se poate face cu ajutorul unor cristale metalice, în care apare o diferenţă de potenţial sub acţiunea radiaţiilor respective. Asemenea detectori pot fi cristali de Pb S sau de InSb (care detectează radiaţii cu lungime de undă mai mică de

7 000 nm) şi cristali de germaniu cu anumite impurităţi (cristali de germaniu cu impurităţi de mercur detectează radiaţii cu lungime de undă de 8 000—14 000 nm). Pentru detectarea acelorași radiaţii poate fi utilizată şi telurura de cadmiu şi mercur (Cd Hg Te).

Cu cît este mai intensă radiaţia, cu atît mai mare este diferenţa de potenţial, care generează un curent electric corespunzător. Semnalul electric derivat poate fi imprimat pe bandă magnetică sau vizualizat pe un tub catodic şi fotografiat.

Întrucît semnalul electric este o rezultantă a tuturor radiaţiilor calorice ajunse concomitent pe cristalul detector, este necesar să se capteze radiaţiile venite de la fiecare obiect în parte. Se impune deci o explorare a suprafeţei terestre prin baleiere. Acest deziderat se realizează prin utilizarea unei oglinzi oscilante, care îşi schimbă orientarea, primind radiaţiile calorice de la diferite puncte, succesiv. Făcînd să oscileze oglinda perpendicular pe linia de zbor, se vor recepţiona semnalele din lungul unei linii cu această orientare. Prin deplasarea aparatului pe direcţia de zbor, se vor recepţiona semnalele de pe linii succesive, perpendiculare pe linia de zbor. Se va realiza astfel explorarea, punct cu punct şi linie cu linie, a unei benzi de teren în lungul direcţiei de zbor (fig. 6, 7).

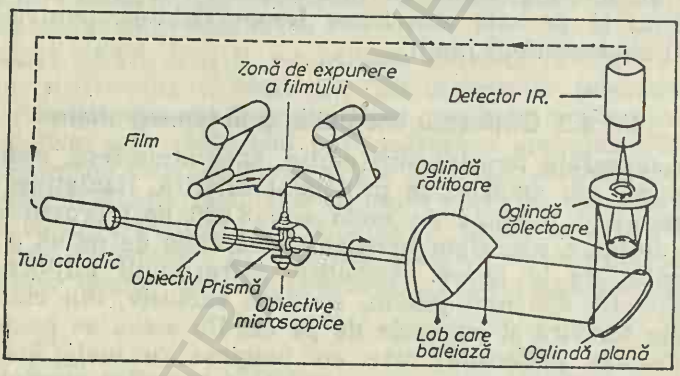


Fig. 6. Echipament de aerotermografiere (după L. Sellin şi H. Svansson).

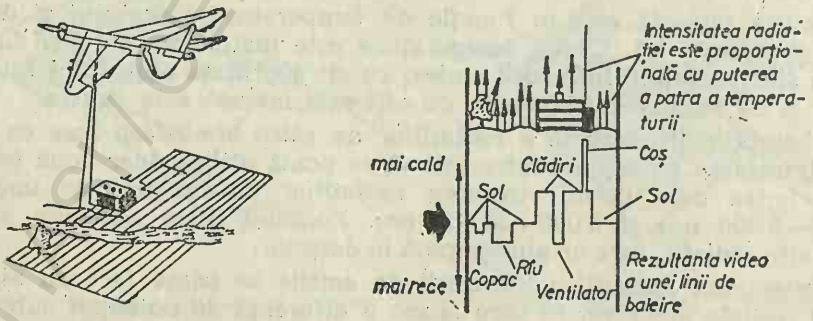


Fig. 7. Înregistrarea radiaţiilor IR prin aerotermografiere (după J. I. Taylor şi R. W. Stingelin).

Pentru a înlătura „zgomotul de fond", cauzat de încălzirea senzorului la temperatura mediului (ducînd astfel la apariţia unui potenţial electric parazitar), cristalul detector se păstrează într-un vas cu heliu lichid.

Deoarece curentul generat de detector este foarte slab, el trebuie amplificat spre a putea fi înregistrat pe bandă magnetică sau pentru a fi transformat în punct luminos într-un cinescop. Imaginea luminoasă a cinescopului este preluată de un sistem de oglinzi, care execută oscilaţii la fel ca oglinda receptoare a radiaţiilor de la sol. În felul acesta imaginea punctului luminos este proiectată pe un film fotografic. Punctele luminoase proiectate succesiv pe linii transversale pe filmul fotografic alcătuiesc „imaginea termică" a benzii de teren baleiată.

De pe clişeu se pot obţine fotografii care să reprezinte fragmente din banda de teren. Pe asemenea fotografii se individualizează obiectele şi porţiunile de teren cu emisivitate (emitanţă) diferită. Imaginea obiectelor redă proiecţia lor în plan orizontal şi cu tonuri cu atît mai închise, cu cît emisivitatea lor este mai mică. Se individualizează bine şi porţiunile de apă sau de sol între care există diferenţe de temperatură de ordinul zecilor sau chiar sutimilor de grad Celsius.

Pe asemenea fotografii, realizate prin termografiere, se pot identifica foarte bine unităţile acvatice, iar în unele cazuri se pun în evidenţă apele subterane de la mică adîncime. Apar net diferenţiate vegetaţia, culturile agricole, aşezările omeneşti, căile de transport etc. Se pot detecta apele poluate termic sau cele poluate cu petrol şi alte substanţe.

Întrucît nu depinde de radiaţia solară, termografierea se poate realiza şi noaptea, pentru că şi atunci obiectele emit radiaţii infraroşii. Perechile de fotografii realizate ziua şi noaptea permit o mai bună diferenţiere şi identificare a unor obiecte, deoarece temperatura lor se modifică în mod diferit de la zi la noapte.

Întrucît radiaţiile calorice sînt absorbite de nori, termografierea nu se poate realiza cînd cerul este relativ acoperit cu nori.

Deşi necesită o aparatură ceva mai complicată, termografierea poate aduce mari servicii geografiei, ea prezentînd unele avantaje faţă de fotografierea convenţională.

II.1.4.4. Obţinerea imaginilor cu ajutorul radiometrelor

Radiometrele recepţionează radiaţiile electromagnetice cu ajutorul unor sisteme de baleiere optice (în cazul radiaţiilor luminoase sau infraroşii) sau cu antene (în cazul microundelor). Radiaţiile recepţionate sînt dirijate spre detectori adecvaţi lungimii de undă. Alternativ se trimite spre detectori şi un flux de radiaţie de referinţă ai căror parametri sînt determinaţi cu precizie. Detectorii furnizează semnale electrice ale căror caracteristici depind de diferenţa dintre radiaţia recepţionată şi cea de referinţă. După amplificare, semnalele electrice sînt înregistrate sau transmise la sol, unde pot fi vizualizate pe un tub catodic şi fotografiate. Se obţin astfel imagini care redau obiectele diferenţiate prin capacitatea de emisie sau de reflectare a unor radiaţii şi temperatură.

În teledetecţie s-au utilizat îndeosebi radiometrele care funcţionează în infraroşu. Astfel, pe satelitul Nimbus-2 a fost folosit radiometrul

MRIR (Medium Resolution Infrared Radiometer), funcţionînd în cinci benzi spectrale, de la ultraviolet la infraroşu mijlociu. Pe alţi sateliţi Nimbus au fost utilizate radiometre HRIR (High Resolution Infrared Radiometer), care au funcţionat în două benzi spectrale, cu rezoluţie la sol de 3—7 km. Începînd cu Nimbus-4 au fost utilizate radiometre de tip THIR (Temperature, Humidity, Infrared Radiometer), funcţionînd tot în două benzi spectrale şi cu rezoluţie la sol de 8—22 km. Pe sateliţii Nimbus-E şi Nimbus-F au funcţionat radiometre HRSCMR (High Resolution Surface Composition Mapping Radiometer), cu putere de rezoluţie de 600—630 m.

Dintre radiometrele care utilizează microundele poate fi amintit ESMR (Electrically Scanning Microwawe Radiometer), care operează în banda de 1,55 cm, avînd o rezoluţie la sol de 45—50 km.

II.1.4.5. Obţinerea imaginilor cu ajutorul scanerelor multispectrale

Scanerele multispectrale sînt aparate care explorează prin baleiere terenul, radiaţia captată fiind dispersată şi descompusă astfel în diverse benzi spectrale care sînt trimise către detectori specifici. Semnalele electrice furnizate de către detectori sînt înregistrate pe benzi magnetice şi apoi transmise la sol.

Pe sateliţii ERTS-1 şi Landsat-2 au fost instalate scanere multispectrale (MSS), care lucrează în patru benzi spectrale: canalele 4 şi 5 în spectrul vizibil şi canalele 6 şi 7 în infraroşul apropiat. Landsat-3 a fost dotat cu un scaner căruia i s-a adăugat canalul 8, care înregistrează în infraroşul mijlociu. La scanerele amintite, prin particularităţi de construcţie, s-a reuşit ca la fiecare oscilaţie a oglinzii receptoare să se realizeze cîte şase linii de baleiere cu lăţimea de 79 m pentru fiecare detector. În felul acesta, cîmpul de vedere instantaneu (un pixel pe imaginea obţinută) trebuie să fie de 56×79 m, lăţimea benzii baleiată în teren fiind de 185,2 km.

Datele recepţionate la sol sînt calibrate şi corectate şi pot fi livrate beneficiarilor sub formă digitalizată pe benzi magnetice compatibile cu calculatorul sau sub formă de fotografii. Pentru fiecare canal se obţine cîte o fotografie în alb-negru sau virată într-o anumită culoare. Supra-

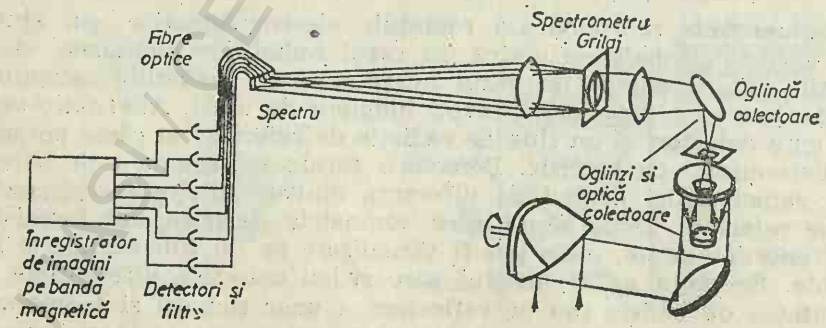


Fig. 8. Scaner multispectral cu şase canale (după L. Sellin şi H. Svensson).

punînd fotografiile monocolor ale mai multor canale se obține o fotografie color compus, care redă obiectele în culori false, dar diferențiate mai net.

S-au realizat și alte tipuri de scanere multispectrale, care lucrează pe un număr mai mare de canale. Așa este, de exemplu, Bendix M²S care funcționează cu 8 canale în spectrul vizibil și 3 canale în infraroșu.

II.1.4.6. Transmiterea imaginilor la sol

Deoarece nu există posibilitatea aducerii pe Pămînt a materialului de înregistrare a imaginilor din sateliți și din unele sonde spațiale, se impune realizarea unui sistem de transmitere la sol a informațiilor, inclusiv a imaginilor. În unele cazuri, transmiterea se poate realiza în direct. Așa este cazul cu imaginile TV, termografice, radiometrice sau a scanerelor multispectrale la care semnalul electric generat de sensor este amplificat, transformat în semnal radio și emis spre Pămînt cu ajutorul antenelor. La sol, o antenă receptoare captează semnalul radio care este amplificat și înregistrat pe bandă magnetică sau vizualizat pe ecranul unui cinescop. Unii sateliți meteorologici transmit în direct imagini, utilizînd sistemul APT (Automatic Picture Transmission Camera System).

Uneori, nu se poate recurge la transmiterea directă a imaginilor deoarece satelitul sau sonda spațială nu se găsește într-o poziție favorabilă față de stația de recepție. În acest caz este necesară înregistrarea informațiilor și stocarea lor pînă se realizează situația favorabilă transmiterii la sol. Înregistrarea se face pe bandă magnetică cu ajutorul magnetofoanelor. La transmitere, banda este „citită", realizîndu-se transformarea semnalelor în unde radio, care sînt emise spre Pămînt. Recepționate la sol, semnalele radio pot fi înregistrate pe bandă sau vizualizate într-un cinescop și fotografiate.

Pe unii sateliți americani se utilizează sistemul de înregistrare a datelor HDRSS (High Data Rate Sorage System), compus din două magnetofoane, care înregistrează pe cîte 5 piste ale benzilor magnetice. Pe 4 piste sînt înregistrate informațiile furnizate de aparatele de teledetecție iar pe a cincea pistă se înregistrează codul orar. Fiecare magnetofon poate înregistra continuu timp de 2 ore și 14 minute. Interogarea satelitului și declanșarea citirii benzilor de magnetofon se face cu ajutorul sistemului IRIS (Interogation, Recording and Location System).

II.1.5. Teledetecția prin mijloace active

În teledetecție pot fi folosite nu numai radiațiile solare și cele emise de suprafața terestră și obiectele de pe ea, ci se poate recurge la radiații generate în mod artificial și care să fie trimise spre suprafața terestră și captate după ce au fost reflectate de ea. Este vorba de o „iluminare" artificială a suprafeței terestre. Așa este cazul fotografierii în timpul nopții cu ajutorul parașutelor luminoase. Dar în teledetecție pot fi utilizate și radiațiile invizibile generate artificial.

II.1.5.1. Obținerea imaginilor cu ajutorul radarului

După cum arată și numele — Radio Detection and Ranging — radarul constituie un sistem de detecție și localizare prin undele radio. Principiul său constă în emiterea de microunde, cu intermitență, și recepționarea lor după ce au fost reflectate de obiecte. După timpul scurs de la emitere și pînă la recepția semnalului reflectat, se poate calcula distanța pînă la obiectul respectiv.

Se constată însă că undele radar nu suferă numai o reflexie. Efectele interacțiunii lor cu obiectele sînt multiple. Însești reflexia se face diferit, în funcție de unghiul sub care undele întîlnesc suprafața obiectelor și în funcție de natura și rugozitatea acestei suprafețe. Radiațiile reflectate se pot întoarce spre locul de emisie sau se pot propaga în altă direcție, în funcție de orientarea suprafeței obiectului față de emițător-receptor. Dacă radiațiile emise au fost polarizate, atunci, în interacțiune cu obiectul, ele sînt depolarizate parțial, în funcție de natura și forma obiectului.

Este evident deci că semnalul radar recepționat va fi modificat față de semnalul emis în funcție de poziția, forma și alcătuirea obiectului care l-a reflectat. Modificările respective pot furniza deci informații despre obiecte și despre starea suprafeței terestre.

Radarul cu emisie pe verticală din aparatele de zbor se utilizează pentru determinarea înălțimii de zbor și trasarea profilului reliefului de-a lungul liniei de zbor. Pentru teledetecție se face uz de *radar aeropurtat cu emisie laterală* pe direcție oblică față de suprafața terestră căci în acest caz diferențierea în modificările suportate de radiațiile reflectate este mai accentuată (fig. 9, 10).

Sistemul operativ de radar pentru teledetecție este cunoscut sub numele de SLAR (Side Looking Airborne Radar), adică radar aeropurtat cu emisie laterală. Este vorba de radar transportat cu un aparat de zbor și care emite fasciculele de radiații lateral, de o parte și de alta a aparatului, perpendicular pe linia de zbor.

Sistemul SLAR Westinghouse, utilizat în S.U.A., emite radiații cu lungime de undă de 0,86 cm, sub formă de impulsuri cu durată de 0,07 microsecunde fiecare, într-o cadență de 2 088 impulsuri pe secundă. Lățimea benzii de teren baleiată, de o parte a avionului, este de 9 km

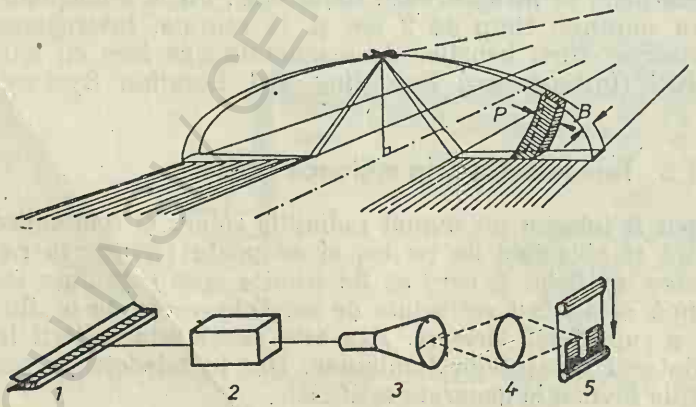


Fig. 9. Radar lateral aeropurtat (SLAR) (după G. P. de Loor): P — *tren de unde;* β — *lățimea fasciculului de unde;* 1 — *antenă;* 2 — *receptor;* 3 — *tub catodic;* 4 — *obiectiv;* 5 — *film fotografic.*

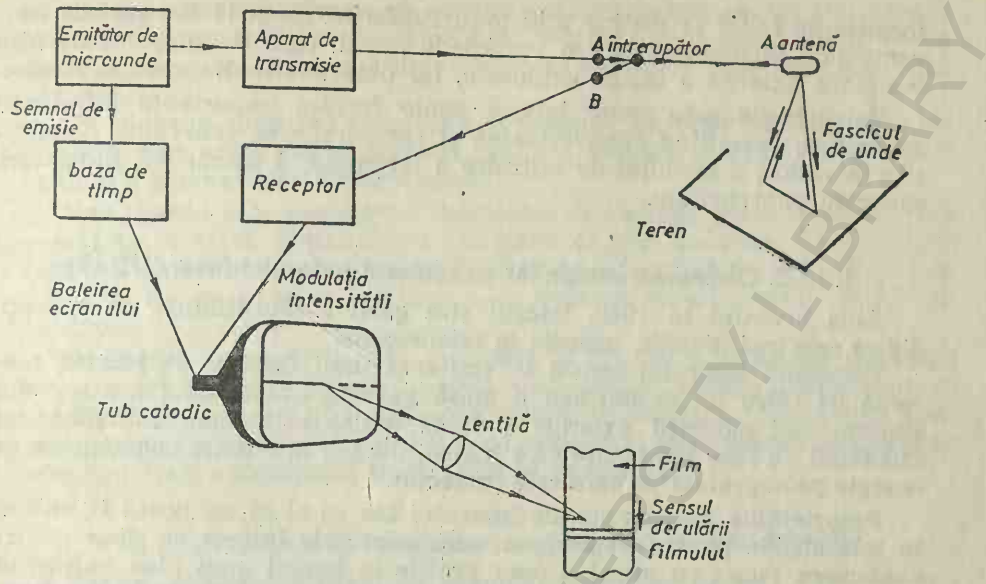


Fig. 10. Scheme de funcționare a radarului lateral aeropurtat (după C. M. Girard și M. C. Girard).

pentru înălțimea de zbor de 3 000 m și de 21 km pentru înălțimea de zbor de 6 800 m.

Recepționarea undelor nu este simultană de pe toată lățimea benzii; mai întîi sînt recepționate undele dinspre marginea interioară a benzii și apoi din rest. Undele reflectate și recepționate sînt transformate în impulsuri electrice, care dau puncte luminoase pe ecranul unui cinescop. Punctele sînt deviate pe ecran în așa fel încît să se dispună în lungul unei linii, la fel cum sînt situate în teren punctele care au reflectat semnalele radar.

Dacă în fața cinescopului se deplasează un film fotografic cu o viteză sincronizată cu viteza de zbor, se poate obține o imagine fotografică continuă a benzii de teren baleiată de undele radar.

Obiectele care prezintă suprafețe orientate spre aparatul de zbor, ca și versanții reliefului cu aceeași orientare, vor reflecta spre antenă un semnal mai intens căruia îi va corespunde o imagine mai luminoasă pe ecranul cinescopului. Suprafețele cu alte orientări vor reflecta spre antenă semnale mai slabe cărora le vor corespunde imagini mai întunecoase.

Diferențierea semnalului recepționat se face nu numai în funcție de orientarea suprefeței de teren, ci și în funcție de rugozitatea ei. Dacă suprafața reflectantă are asperități mai mici ca lungimea de undă a radiațiilor folosite, atunci ea reflectă foarte bine aceste radiații. Suprafețele cu asperități mai mari vor dispersa radiațiile în direcții diferite încît semnalul recepționat va fi foarte slab.

În ultimă instanță, copia fotografică realizată după negativul pe care s-au fixat imaginile de pe ecranul cinescopului este comparabilă cu o fotografie convențională oblică. Obiectele de pe suprafața terestră și

formele de relief se disting prin tonuri diferite. Ca şi la fotografiile convenţionale înclinate, apare o variaţie a scării, care se micşorează către marginea externă a benzii explorate, iar obiectele înalte creează umbre.

Teledetecţia prin radar lateral poate furniza importante informaţii geografice, permiţînd caracterizarea şi cartografierea reliefului, a unităţilor acvatice, a modului de utilizare a terenului, a aşezărilor, industriei, căilor de transport etc.

II.1.5.2. Obţinerea imaginilor cu ajutorul radarului-laser (LIDAR)

Abia inventat în 1960, laserul şi-a găsit o multitudine de aplicaţii dintre cele mai diverse, inclusiv în teledetecţie.

Principiul laserului constă în emiterea unui fascicul de lumină coerentă de către un cristal sau o masă gazoasă atunci cînd acestea sînt supuse unei excitaţii externe. Lumina emisă este monocromatică, iar fasciculul de raze luminoase este îngust, ducînd la o mare concentrare de energie pe suprafaţa pe care este proiectat.

Proprietăţile menţionate ale laserului fac ca el să nu poată fi utilizat în teledetecţie pentru explorarea unor suprafeţe întinse, ci doar pentru explorarea punct cu punct a unor profile în lungul unui plan baleiat de razele laser. Radiaţiile laser se comportă ca şi alte radiaţii în interacţiune cu diversele obiecte. Ele sînt reflectate, absorbite, depolarizate, suferă schimbări de fază, în funcţie de forma şi alcătuirea obiectelor respective.

Pentru teledetecţie se folosesc sisteme de radar cu laser, care funcţionează la fel ca radarul obişnuit însă folosesc radiaţii laser. Aparatul emite impulsuri de radiaţii luminoase, care interacţionează cu corpurile întîlnite în cale. O parte din radiaţii este reflectată îndărăt şi poate fi recepţionată cu un sensor fotosensibil care transformă energia luminoasă

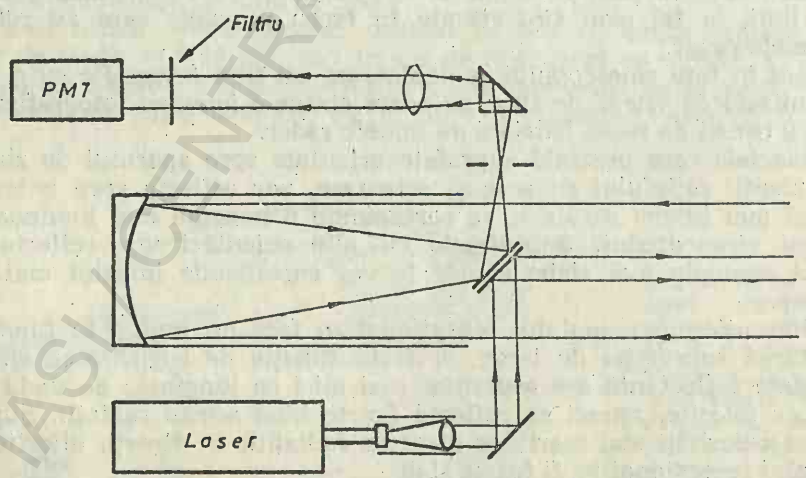


Fig. 11. Schema de funcţionare a radarului cu laser (LIDAR) (după R. T. H. Collis şi P. B. Russell):
PMT=aparat de înregistrare.

în energie electrică. Semnalul electric este vizualizat pe un tub catodic (cinescop) și poate fi imprimat pe film. Pentru eliminarea luminii venită din alte surse se utilizează filtre care lasă să treacă doar radiațiile laser (fig. 11).

Cu ajutorul laserului s-au obținut imagini ale unor secțiuni prin atmosferă care arată starea acesteia, dar s-a obținut și imaginea evoluției în timp a fenomenelor meteorologice.

Dacă laserul este aeropurtat, fasciculul de radiații poate fi trimis spre suprafața terestră, obținîndu-se imaginea ei prin baleiere. S-au obținut rezoluții de 0,5 m pe verticală și de 2 m pe orizontală de la înălțimea de 2 000 m, iar de la 60 m înălțime s-au detectat valuri marine de 2,5 cm înălțime.

Radiațiile laser pătrund în apă pînă la 25—30 m adîncime dacă apa este relativ limpede. În felul acesta s-au obținut profile batimetrice cu un PLADS (Pulsed Light Airborne Depth Sounder), un batimetru laser aeropurtat. Cu ajutorul laserului s-au obținut și date despre turbiditatea apei sau despre conținutul în clorofilă al vegetației.

II.1.5.3. Obținerea imaginilor cu ajutorul sistemului SONAR

Pentru explorarea fundului bazinelor acvatice nu pot fi folosite decît undele sonore și ultrasunetele, care se propagă prin apă. În sistemul SONAR (radar cu ultrasunete), un generator de ultrasunete este lansat în apă la mică adîncime și emite ultrasunete care se propagă pînă la fundul bazinului acvatic. Aici ele sînt reflectate și, în parte, se întorc spre suprafață, unde sînt captate de microfoane speciale (geofoane). Semnalele electrice modulate de microfon sînt amplificate și vizualizate într-un cinescop, putînd fi fotografiate.

Trimițînd ultrasunetele orientat, se poate baleia fundul bazinului acvatic pe linii perpendiculare pe direcția de deplasare a navei care poartă aparatura. În felul acesta se obține o imagine fotografică a fundului bazinului acvatic pe care se individualizează relieful submers și alcătuirea litologică. Versanții orientați către microfoane vor da semnal electric mai intens căci vor reflecta mai bine ultrasunetele, în timp ce versanții cu altă orientare vor trimite ultrasunetele în alte direcții. Ca urmare, versanții dinspre microfon vor apărea mai luminoși, iar versanții opuși vor apărea cu tonuri închise. Rocile mai dure reflectă mai bine ultrasunetele, iar rocile moi, mîlurile și nisipurile, absorb mai mult aceste unde și vor apărea în tonuri mai închise.

II.1.5.4. Obținerea imaginilor holografice

Toate tipurile de imagini nefotografice menționate sînt imagini bidimensionale, plane. Inventarea holografiei a permis însă obținerea unor imagini tridimensionale, adevărate modele în relief ale obiectelor holografiate. Pentru obținerea hologramei este necesar ca obiectele să fie iluminate cu lumină coerentă care, reflectată de către obiectele respective, ajunge la obiectivul camerei fotografice. Concomitent, spre obiectiv se trimite direct și un fascicul de lumină coerentă. Pe materialul foto-

sensibil se formează un sistem de franje, rezultate din interferența dintre lumina reflectată de obiecte și cea venită direct de la sursa de lumină. După prelucrarea materialului fotografic, dacă prin el se proiectează un fascicul de lumină coerentă, se reproduce imaginea tridimensională monocromatică a obiectelor holografiate. Acest model tridimensional poate fi privit sub unghiuri diferite și examinat.

Deocamdată, holografia nu a fost încă aplicată în teledetecție, dar ea ar putea deschide perspective nebănuite, deoarece ar permite obținerea modelelor tridimensionale mai bogate în informații decît imaginile plane.

II.2. OBȚINEREA IMAGINILOR FOTOGRAFICE CONVENȚIONALE

II.2.1. Caracteristicile aparatelor de zbor pentru aerofotografiere

Operația de aerofotografiere se realizează din aeronave special amenajate (avioane, elicoptere, platforme spațiale, sateliți artificiali), la bordul cărora se află aparatură fotogrammetrică de mare precizie și grad ridicat de automatizare. Fiecare dintre aceste categorii de aeronave prezintă caracteristici specifice și sînt în măsură să realizeze, în funcție de anumiți parametri tehnici, operații fotogrammetrice cu diferite grade de dificultate și precizie.

II.2.1.1. Avioanele fotogrammetrice și condițiile lor de dotare tehnică

Avioanele fotogrammetrice trebuie să îndeplinească o serie de condiții specifice, corespunzătoare cerințelor lucrărilor de aerofotografiere, între care gradul de stabilitate în timpul zborului, posibilitățile de montare și folosire a aparaturii fotogrammetrice, autonomie de zbor, un anumit cîmp de vizibilitate, viteză ș.a. De exemplu, deviațiile pe orizontală de la direcțiile de aerofotografiere nu trebuie să depășească în mod normal 3°, iar cele pe verticală să fie de pînă la 2% din înălțimea de zbor; cîmpul de vizibilitate trebuie să fie satisfăcător în față, în jos și lateral, pentru identificarea rapidă a reperelor de pe teren necesare intrării, ieșirii și menținerii pe bandă etc.; camera fotogrammetrică și aparatele ei anexe să fie instalate în partea centrală a avionului; o cameră obscură să asigure, în sectorul din spate al fuselajului, condițiile de încărcare și descărcare a casetelor pentru filme. Avioanele trebuie să aibă, în general, o autonomie de zbor de peste 6 ore, pentru a executa misiunea la distanțe cît mai mari, aerofotografiind zone complete, cu minimum de decolări. Plafonul de zbor poate înregistra valori foarte diferite. De exemplu, pentru un teritoriu cum este cel al țării noastre, plafonul de 5 000 m este necesar atît în scopul recunoașterii regiunii care se aerofotografiază, cît și pentru obținerea de imagini la scări mici. Orice avion utilizat pentru aerofotografiere trebuie să îndeplinească anumite condiții de stabilitate, cîmp minim de vizibilitate și aparatură de bord corespunzătoare.

II.2.1.2. Tipuri de avioane fotogrammetrice, caracteristici și performanțe tehnice

Pentru lucrările aerofotogrammetrice se utilizează numeroase tipuri de avioane diferențiate prin fabricație și condiții tehnice de dotare.

Avionul BN 2 Islander este un tip standard, dotat cu un singur plan situat sus, tren de aterizaj neescamotabil, echipat cu două motoare și pilot automat. În apropierea centrului de greutate al fuselajului se poate instala o cameră aerofotogrammetrică, o lunetă de navigație și aparatul de comandă cu intervalometru. În partea din urmă a fuselajului se află o cameră pentru operațiile de manipulare a filmelor atunci cînd se încarcă și se descarcă casetele.

Avionul utilitar românesc „IȘ-24", varianta aerofotogrammetrică, este construită din duraluminiu, are un singur plan sus, tren de aterizaj neescamotabil, cu motor montat pe fuselaj și cu pilot automat. Pe avion se poate instala o cameră aerofotogrammetrică cu obiectiv cu unghi de cîmp normal sau de mare deschidere, realizînd un format de aerofotograme pînă la 23×23 cm; prezintă lunetă de navigație și aparat de comandă cu intervalometru.

Avionul Aerocomander, prin sistemul său de fabricație, prezintă două subtipuri: Standard Commander și Grand Commander, ambele amenajate pentru scopuri fotogrammetrice. Planul este sus, trenul de aterizaj este escamotabil; prezintă două motoare și pilot automat. Standard Commander are o singură cameră aerofotogrammetrică și aparatură anexă; nu deține cameră obscură. Grand Commander este echipat cu două camere aerofotogrammetrice și aparatură auxiliară, inclusiv cameră obscură. Aceste avioane sînt amenajate pentru camerele aerofotogrammetrice Wild RC 5, RC 8, Zeiss Aerotopograph RMK A 15/23 și RMK A 60/23.

Fiecare categorie de avioane fotogrammetrice prezintă o serie de caracteristici de bază, care contribuie la realizarea ansamblului de condiții tehnice necesare unei bune reușite a procesului de aerofotografiere.

În cadrul unor asemenea trăsături și performanțe de parametri tehnici, care aparțin aparatelor de zbor, se încadrează printre altele: lungimea, anvergura, înălțimea, greutatea maximă, viteza maximă, viteza minimă, plafonul de zbor, distanța pentru decolare, autonomia de zbor etc.

Alte tipuri de avioane fotogrammetrice, folosite ca purtătoare de sensori pentru misiuni de aerofotografiere-teledetecție, mai sînt: Avionul AN-2, Avionul Beecheraft Bonanza, Avionul IL-14, Avionul Cessna 180 Skywagon, Avionul AN 30, Avionul IL-62, Avionul Boeing RC 135 A Stratolifter ș.a.

De asemenea, în categoria navelor aeriene mai intră și elicopterele, dirijabilele și planoarele, dintre care se remarcă: Elicopterul Bell 47G-3B-1, Elicopterul Ka-26, Elicopterul IAR 316-B Alouette ș.a., dirijabilul de tipul Goodyear și planoarele IȘ-28-B2 și SGS 2-32.

Din categoria platformelor spațiale fără oameni la bord se remarcă următoarele tipuri de sateliți meteorologici: Nimbus, Meteor, Cosmos și Landsat, iar din categoria platformelor spațiale cu oameni la bord se remarcă navele: Vostok, Voshod, Mercury, Apollo, Skylab, Soiuz și Saliut.

II.2.2. Camerele aerofotogrammetrice

Aerofotografierea se bazează pe folosirea camerelor fotogrammetrice, care reprezintă aparate complexe din punct de vedere tehnic.

Camera aerofotogrammetrică realizează o imagine exactă din punct de vedere geometric, reuşind să redea clar obiecte de dimensiuni mici, situate la distanţe foarte mari, în condiţiile deplasării aeronavei la bordul căreia ea se află montată, asigurînd o acoperire stabilită între imaginile aerofotogrammetrice succesive. Cadrul camerei permite imprimarea pe aerofotograme a unor date necesare la identificarea şi exploatarea acestora.

II.2.2.1. Părţile componente ale unei camere aerofotogrammetrice

Corpul camerei este o carcasă confecţionată din metal uşor şi rezistent. Forma, dimensiunile, grosimea pereţilor şi rezistenţa sa asigură montarea în interior şi pe feţele exterioare a diferitelor componente care intră în alcătuirea camerei aerofotogrammetrice.

Obiectivul se află montat în partea de jos a conului obiectivului.

Imaginea optică obţinută ca rezultat al perspectivei centrale şi înregistrată prin aerofotografiere constituie elementul de bază.

Pentru realizarea unei imagini de bună calitate se folosesc ca mijloace optice, obiective formate din una sau mai multe lentile.

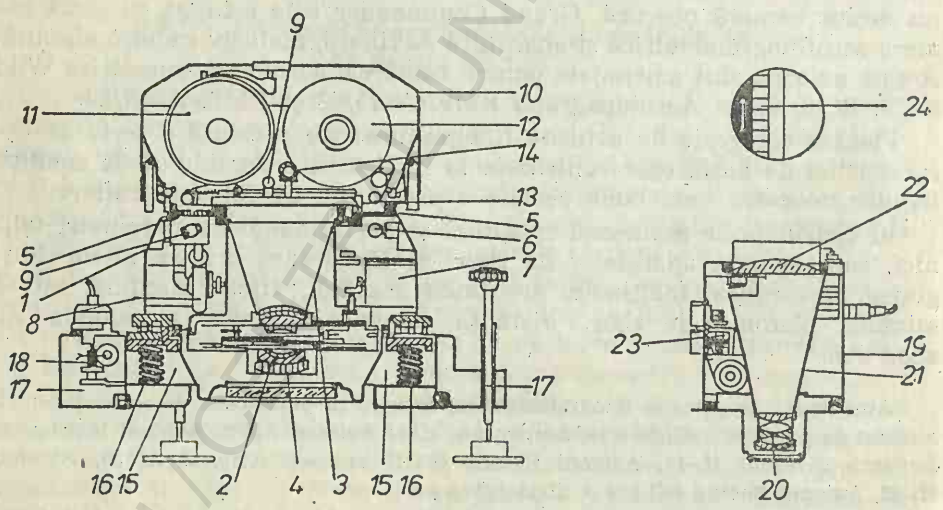


Fig. 12. Camera aerofotogrammetrică MRB 21/1818 Carl Zeiss-Jena:
1 — *corpul camerei;* 2 — *obiectivul;* 3 — *conul obiectivului;* 4 — *obturatorul;* 5 — *cadrul;* 6 — *bec pentru iluminat inscripţiile ce se imprimă pe clişeu;* 7 — *motor pentru acţionat obturatorul;* 8 — *pompă de vacuum;* 9 — *tub de absorbţie a aerului;* 10 — *corpul magaziei;* 11 — *bobină debitoare de film;* 12 — *bobină receptoare;* 13 — *placă de presiune;* 14 — *dispozitiv de acţionare a bobinelor;* 15 — *batiul circular;* 16 — *suspensie cu amortizoare;* 17 — *coroana suspensiei;* 18 — *dispozitiv de transmisie a unghiului de derivă;* 19 — *corpul aparatului de comandă;* 20 — *obiectiv;* 21 — *conul obiectivului;* 22 — *ecran mat;* 23 — *dispozitiv de dirijare a imaginii lănţişorului;* 24 — *imaginea lănţişorului.*

Obiectivele fotogrammetrice trebuie să asigure obținerea corectă a proiecției centrale, redarea celor mai fine detalii ale obiectului și un randament mare. Datorită vitezei de deplasare a aeronavei în timpul aerofotografierii, obiectivele camerelor aerofotogrammetrice trebuie să prezinte o luminozitate foarte bună și o putere mare de rezolvare, pentru a se realiza imagini care să redea detalii de dimensiuni mici și cu un contrast fin. Continua perfecționare a obiectivelor a redus *mărimea aberațiilor*, acestea reprezentînd imperfecțiunile datorită cărora este influențată exactitatea și claritatea imaginilor aerofotogrammetrice. Cele mai importante cazuri le reprezintă: *aberația cromatică*, ce rezultă datorită descompunerii razelor de lumină, care trec prin obiectiv, în culori componente; *aberația de sfericitate*, care se manifestă prin apariția mai multor imagini axiale în zona punctului focal; *coma*, care reprezintă o imagine asimetrică neclară, imitînd aspectul unei comete cu coadă; *astigmatismul*, care generează imaginea punctelor obiect, nu singulară și punctiformă, ci cu aspect de două segmente, situate în plane perpendiculare între ele; *curbura cîmpului*, care este generată de apariția imaginii cu aspect curbat a unei rețele situată mult în afara axei optice; *distorsia* ce se manifestă prin mărirea inegală în cîmpul imaginii, care pierde astfel asemănarea geometrică cu obiectul care îl reprezintă.

Pentru eliminarea într-o măsură cît mai mare a unor astfel de dificultăți, în proiectarea și fabricarea obiectivelor fotogrammetrice se urmărește obținerea unei calități foarte bune a imaginii, în condițiile asigurării unei eficiențe maxime pentru operațiile de ridicare aerofotogrammetrică. Deoarece fiecare obiectiv prezintă caracteristicile tipului tehnic din care face parte, elementele sale *(distanța focală, distorsia, puterea de rezoluție (rezolvare), luminozitatea* etc.) sînt determinate prin anumite calcule și măsurători, pentru asigurarea calității corespunzătoare a imaginii aerofotogrammetrice la realizarea căreia participă efectiv.

Puterea de rezoluție sau separare a unui obiectiv are în vedere capacitatea sa de a reda detalii de dimensiuni mici și cu contrast slab, elemente care se pot exprima prin linii principale, albe și negre, pe interval de un milimetru. Pentru stabilirea puterii de rezoluție a obiectivelor fotogrammetrice prin testare se folosește un fel de probar pe fond închis, alcătuit din grupe de cîte trei linii de culoare deschisă, dispuse vertical și orizontal și avînd mărimi descrescătoare. Puterea de rezoluție a obiectivului se determină pentru toată suprafața sa pe baza grupelor de linii cu dimensiunile cele mai mici, care se văd clar în imagine.

Funcția de transfer a contrastului este folosită drept criteriu pentru aprecierea calității imaginii aerofotogrammetrice, ea bazîndu-se pe constatarea că o imagine optică poate fi reprezentată ca un amestec de oscilații sinusoidale cu diferite frecvențe, amplitudini și faze corespunzătoare contrastului obiectivelor pe care le reprezintă. Pe baza acestei funcții se pot analiza diferitele pierderi de elemente informative în procesul de aerofotografiere, cînd între teren și aerofotogramă intervin mediii diferite, așa cum sînt atmosfera, filtrele, obiectivul camerei de luat vederi și filmul.

Conul obiectivului reprezintă dispozitivul în care se montează obiectivul.

Obturatorul cu lamele este acționat de un motor electric. Împreună cu diafragma, obturatorul se află fixat în interiorul obiectivului.

Cadrul camerei definește formatul aerofotogramei. Pe el se află notați indicii de referință, valoarea distanței focale și alte elemente necesare pentru efectuarea unor operații ulterioare. Toate aceste indicații sînt iluminate de către becuri.

Corpul casetei se află montat în partea superioară a corpului camerei. În interiorul casetei se află *bobina cu film debitoare* și *bobina cu film receptoare* puse în mișcare de un *dispozitiv* și alte *angrenaje* care transportă filmul. În momentul expunerii (aerofotografierii), filmul este presat pe cadrul camerei printr-o *placă de presiune* și o *pompă de vacuum cu tub de absorbție*.

Batiul circular sprijină corpul camerei, pe el fiind montate *suspensia cu amortizoare* pentru cameră, *coroana suspensiei* cu *sistemul de calare, dispozitivul de transmisie a unghiului de derivă* de la aparatul de comandă la batiu.

Aparatul de comandă pune în funcțiune camerele eerofotogrammetrice automate, el reglînd și acoperirea aerofotogramelor succesive pe bandă.

Corpul aparatului de comandă susține *conul* cu *obiectivul* montat în partea inferioară a acestuia. La partea superioară a corpului aparatului de comandă se află un *ecran mat*, prezentînd imaginea unui *lănțișor* pus în mișcare de un *dispozitiv*. Prin intermediul acestui ecran, operatorul camerei aerofotogrammetrice urmărește deplasarea concomitentă și sincronizată a imaginii detaliilor de pe teren cu deplasarea lănțișorului, care reprezintă schematic cadența de preluare a aerofotogramelor de către camera aerofotogrammetrică. De asemenea, se reglează acoperirea longitudinală și se poate comanda rotirea camerei cu unghiul de contraderivă necesar.

Luneta de navigație constituie o anexă a camerei aerofotogrammetrice, cu ajutorul căreia se observă terenul pentru dirijarea navigației. Ea se fixează printr-o montură în podeaua avionului, independent de camera aerofotogrammetrică. Prin luneta de navigație se poate observa terenul sub un unghi de 55° de la verticală, înainte și înapoi. În același timp, luneta se poate roti cu 360° pentru a cerceta întreg orizontul. Dotarea lunetelor de navigație cu *dispozitive electrice* asigură transmiterea înclinării camerei aerofotogrammetrice Wild RC 10 la servomotoarele acesteia, care pot comanda corecțiile necesare.

Exponometrul stabilește timpul de expunere în momentul aerofotografierii. În alcătuirea lui intră o celulă fotoelectrică și un indicator de măsurat, ambele fiind închise într-o carcasă. Pe cadranul exponometrului se află imprimate scale pentru indicarea sensibilității filmului în sistemul DIN și ASA. Expunerea este indicată și transmisă automat.

II.2.2.2. Tipuri de camere aerofotogrammetrice

Camerele aerofotogrammetrice prezintă o gamă largă de tipuri, în funcție de o serie de parametri tehnici, așa cum sînt: distanța focală; intervalul minim de fotografiere (s); sistemul de referință; formatul aerofotogramelor; unghiul de deschidere; formatul cadrului portclișeu; con-

strucția obturatorului etc. În prezent, există numeroase categorii de camere aerofotogrammetrice, dintre care unele sînt complet automate, asigurînd un randament mare și condiții de precizie dictate de specificul lucrărilor în cadrul cărora se folosesc.

— Cameră aerofotogrammetrică pentru film MRB 21/1818, construită la Carl Zeiss, Jena — R. D. Germană, cu obiectiv Pinatar, cu deschidere relativă 1 : 4; distanță focală 210 mm; formatul fotogramei 18×18 cm; obturator cu discuri pentru timpi de expunere între 1/50—1/100 s și 1/100—1/1000 s. Bobine cu film de 120 m lungime și 20 cm lățime.
— Cameră aerofotogrammetrică pentru film MRB 11,5/1818, dotată cu obiectiv Lamegon, deschidere relativă 1 : 4; distanță focală 115 mm; formatul aerofotogramei 18×18 cm; obturator cu discuri avînd timpi de expunere între 1/100 și 1/1000 s. Fabricație Carl Zeiss, Jena — R. D. Germană.
— Camerele aerofotogrammetrice pentru film RMB 21/18×18; 15/23×23; 9/23×23 etc., de fabricație Carl Zeiss, Jena — R. D. Germană; distanțe focale 210 mm; 152 mm; 115 mm și 90 mm; imagini aerofotografice cu formatul 18×18 cm și 23×23 cm.
— Camerele aerofotogrammetrice pentru film RMK 60/23; 30/23×23 etc., de fabricație Carl Zeiss, Jena — R. D. Germană; cu distanțe focale de 210 mm; 152 mm; 115 mm și 90 mm; imagini aerofotografice cu formatul 18×18 cm și 23×23 cm.
— Camerele aerofotogrammetrice pentru film RMK 60/23; 30/23; 21/23; 15/23; 8,5/18, construite la Zeiss Aerotopograph, Oberkochen din R. F. Germania. Obiectiv Pleogon, cu deschiderea relativă 1 : 5,6 și distanțe focale de 610 mm, 305 mm, 210 mm, 153 mm, 115 mm, 85 mm; formatul aerofotogramei 23×23 cm; timpi de expunere 1/100—1/1000 s. Caseta poate încărca film de 120 m lungime și 24 cm lățime. Folosind filtre corespunzătoare, poate executa aerofotografieri în infraroșu și color.
— Camerele aerofotogrammetrice pentru film RMK 21/18; 11,5/18; Zeiss, Oberkochen din R. F. Germania. Distanțe focale de 210 mm și 115 mm; imagini aerofotografice cu formatul de 18×18 cm.
— Cameră aerofotogrammetrică pentru film Wild RC 8, fabricată în Elveția. Obiectiv Aviotar, cu deschidere relativă 1 : 4 și distanță focală 210 mm; obiectiv Aviogon, cu deschidere relativă 1 : 5,6 și distanțe focale de 115 mm și 153 mm. Formatul fotogramei 18×18 cm și 23×23 cm. Obturator central cu timpi de expunere 1/100—1/700 s. Pentru fotografierea în infraroșu, poate fi echipată cu obiectiv Infratar și Infragon.
— Cameră aerofotogrammetrică pentru film Wild RC 9, fabricată în Elveția. Obiectiv Super-Aviogon, cu deschidere relativă 1 : 5,6, distanță focală 88 mm și formatul aerofotogramei 23×23 cm; obturator central, cu timpi de expunere 1/200—1/300 s. Fotografiază și în infraroșu, cu obiectiv Super Infragon și filtre roșii.
— Cameră aerofotogrammetrică pentru film Wild RC 10, fabricată în Elveția. Obiectiv Universal-Aviogon; deschidere relativă 1 : 5,6; distanță focală 152 mm. Obiectiv Super Aviogon; deschidere relativă 1 : 5,6; distanță focală 88 mm; formatul aerofotogramei

23×23 cm; timpi de expunere 1/150—1/1000 s. Filme pancromatice, infraroşu, color, pentru care se utilizează filtre.

— Cameră aerofotogrammetrică pentru plăci Wild RC 7a, fabricată în Elveţia. Obiectiv Aviotar; distanţă focală 170 mm; obiectiv Aviogon cu distanţă focală de 100 mm. Formatul plăcilor 15×15 cm, iar al imaginii 14×14 cm; timpi de expunere 1/200—1/300 s. Cele două casete se încarcă cu 80 plăci, care se deplasează automat.

— Camerele aerofotogrammetrice pentru film AFA-TE 200; TE 100; TEU 41/10, produse în U.R.S.S. Obiective Russar-Plasmat, cu deschidere relativă 1 : 6,3—1 : 16; distanţe focale de 200 mm; 140 mm; 100 mm; 70 mm; formatul aerofotogramelor 18×18 cm.

— Camerele aerofotogrammetrice Model VI, fabricate de firma Galileo — Italia; distanţă focală 152 mm; imagini cu format 23×23 cm.

— Cameră aerofotogrammetrică pentru film F 49 MARK II, construită de firma engleză Williamson Manufacturing Co, Ltd. Obiectiv Ross Grandangular, cu deschidere relativă 1 : 6,3 şi distanţă focală 153 mm; timpi de expunere 1/50—1/300 s.

— Camerele aerofotogrammetrice Fairchild, de fabricaţie americană, de tipurile KC-1; KC-6A. Obiectiv Geocon IV; deschidere relativă 1 : 50; distanţă focală 153 mm; formatul imaginii 23×23 cm.

— Camerele aerofotogrammetrice de fabricaţie franceză; distanţă focală 100 mm; imagini cu formatul 14×14 cm.

Camerele aerofotografice sînt prevăzute cu mai multe obiective, care se pot folosi diferenţiat, în funcţie de condiţiile de aerofotografiere şi particularităţile teritoriului ridicat aerofotogrammetric. În funcţie de distanţa focală şi unghiul cîmpului de cuprindere al imaginii, camerele aerofotogrammetrice se grupează în cîteva categorii principale.

× *Camerele aerofotogrammetrice cu obiective normale* au distanţă focală ce se menţine în jurul valorii de 200 mm, fiind egală cu diagonala fotogramei, iar unghiul cîmpului de cuprindere a imaginii din teren măsoară 60—70°. În mod obişnuit, formatul aerofotogramelor este de 18×18 cm. Aceste fotoaparate se folosesc în regiuni cu un grad mare de fragmentare a reliefului, în aşa fel încît razele vizuale laterale să nu depăşească limitele admisibile pentru un minimum de unghiuri (zone) moarte. Imaginile fotogrammetrice obţinute cu ajutorul acestora sînt necesare pentru elaborarea planurilor de oraşe, sistematizarea teritoriului, lucrări de cadastru, prospecţiuni şi cartări geologice, întocmirea hărţilor geografice la scări mari şi foarte mari, a planurilor de situaţii pentru degradări de terenuri etc. În această categorie se încadrează, de exemplu, camerele RC 5a cu obiectiv Aviotar Wild (Elveţia), camerele RMB 21/18×18 cu obiectiv Pinatar (Carl Zeiss, Jena, R. D. Germană) şi camerele RMK 21/18 cu obiectiv Zeiss Topar (R. F. Germania).

Camerele aerofotogrammetrice cu obiective cu mare deschidere prezintă în general o distanţă focală între 110 şi 150 mm şi unghiul cîmpului de cuprindere a imaginii de 90—105°. Formatul aerofotogramelor este de 18×18 cm şi 23×23 cm. În această categorie se încadrează camerele aerofotogrammetrice: RC 10, RC 9 şi RC 8 Wild — Elveţia; RMB 11,5/18×18, cu obiectiv Lamegon, produse de firma Carl Zeiss, Jena, din R. D. Germană, avînd formatul aerofotogramei de 18×18 cm;

RMKA 15/23, cu distanță focală de 153 mm, cu obiectiv Zeiss Pleogon, produse de firma Zeiss, Oberkochen, din R. F. Germania, formatul aerofotogramelor fiind de 23×23 cm. Aceste camere sînt destinate ridicărilor aerofotogrammetrice la scări mari și medii, pentru regiuni geografice în cadrul cărora relieful are un grad mic și mediu de fragmentare, predominînd suprafețele de teren în general plane.

Camerele aerofotogrammetrice cu obiective cu foarte mare deschidere se caracterizează printr-o distanță focală de la 50 la 90 mm, unghiul cîmpului de cuprindere al imaginii fiind de 120°. Formatul fotogramelor este de 18×18 cm. Imaginile obținute cu ajutorul acestor camere aerofotogrammetrice corespund cerințelor de cunoaștere și cercetare geografică a spațiilor de o largă cuprindere regională, hărțile care se pot elabora pe baza lor fiind la scări mari și mici. De asemenea, astfel de materiale fotogrammetrice sînt necesare în cazul zonelor unde relieful prezintă un grad de fragmentare mediu, suprafețele de teren fiind în general puțin accidentate. Datorită efectului stereoscopic deosebit de expresiv pe care-l dau imaginilor, camerele aerofotogrammetrice de acest gen înlesnesc obținerea de materiale fotogrammetrice care reflectă trăsături ale peisajului geografic de ansamblu, corelații spațiale pentru trăsăturile care se interferează pe spații mari teritoriale. În același timp, datorită posibilităților de a efectua aerofotografierea de la înălțimi relativ mici, pot fi recepționate pe imagini și anumite detalii, ca de exemplu, cele specifice sectoarelor de delte, caracteristicile liniilor de țărmuri, prezența arealelor supuse efectelor de inundații, particularitățile generate de categoriile genetice de soluri ș.a.

Camerele stereofotogrammetrice sînt alcătuite în principiu din două camere de fotografiere identice; un sistem de orientare a bazei; un dispozitiv de montare a sistemului de orientare a celor două camere de fotografiere; diferite anexe. Montarea celor două camere de luat vederi poate fi fixă sau mobilă. Există o gamă diversificată de camere stereofotogrammetrice (stereocamere), caracterizate prin anumiți parametri tehnici.

— Stereocamera SMK 5,5/0808/40; Carl Zeiss — Jena, R. D. Germană; distanța focală 56 mm și formatul aerofotogramelor 9/12 cm.
— Stereocamera UMK 10/1318; Carl Zeiss — Jena, R. D. Germană; distanța focală 100 mm și formatul aerofotogramelor 13×18 cm.
— Stereocamera Wild C 40; Wild — Elveția; distanța focală 64 mm și formatul fotogramelor 6,5×9 cm.
— Stereocamera SMK-120; Zeiss — Oberkochen, R. F. Germania; distanța focală 60 mm și formatul aerofotogramelor 9×12 cm.
— Stereocamera Veroplast; Galileo — Italia; distanța focală de 150 mm și formatul fotogramelor 13×18 cm.
— Stereocamera Stereo ST-40; Asahi — Japonia; dintanța focală 65 mm și formatul fotogramelor 6,5×9 cm.

Pentru fotografierea simultană a unor regiuni mai întinse s-au realizat ansambluri de aerofotocamere, ca, de exemplu, *sistemul trimetrogon*, alcătuit dintr-o cameră cu ax vertical și două camere laterale cu axul înclinat cu 60° față de verticală (fig. 13).

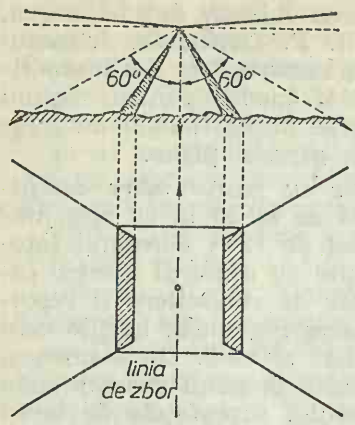


Fig. 13. Sistemul de camere trimetrogon şi imaginile obţinute (după R. Chevallier).

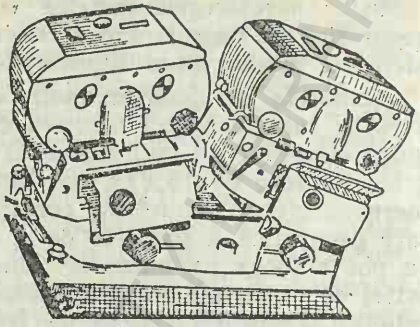


Fig. 14. Ansamblu de camere convergente (după St. H. Spurr).

Un alt mod de asamblare este cel format din două camere convergente care permite obţinerea de aerofotograme cu acoperire 100% (fig. 14, 15).

Pentru scopuri speciale se pot utiliza camere cu expunere continuă la care obturatorul rămîne permanent deschis, iar filmul se deplasează continuu cu o viteză sincronizată cu deplasarea imaginii (fig. 16).

Camerele aerofotogrammetrice multispectrale constituie o categorie de aparate speciale, care ocupă un loc din ce în ce mai important în tehnica de aerofotografiere şi fotointerpretare. Există camere multispectrale cu mai multe obiective şi un singur film (fig. 17) sau asamblaje de

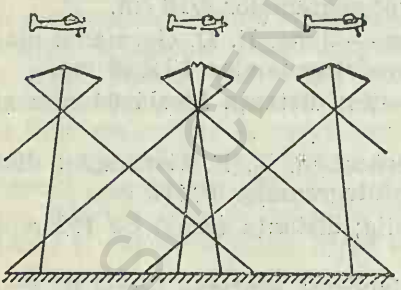


Fig. 15. Aerofotografierea cu camere convergente (după St. H. Spurr).

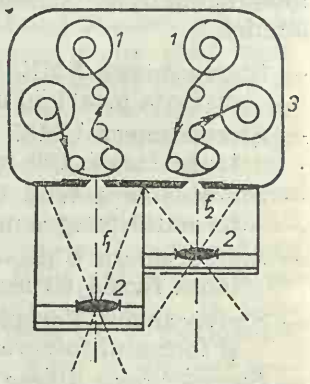


Fig. 16. Schema camerei aerofotogrammetrice cu bandă continuă, cu două obiective şi două filme (după L. E. Smirnov); 1 — *bobine cu film;* 2 — *obiective;* 3 — *magazie.*

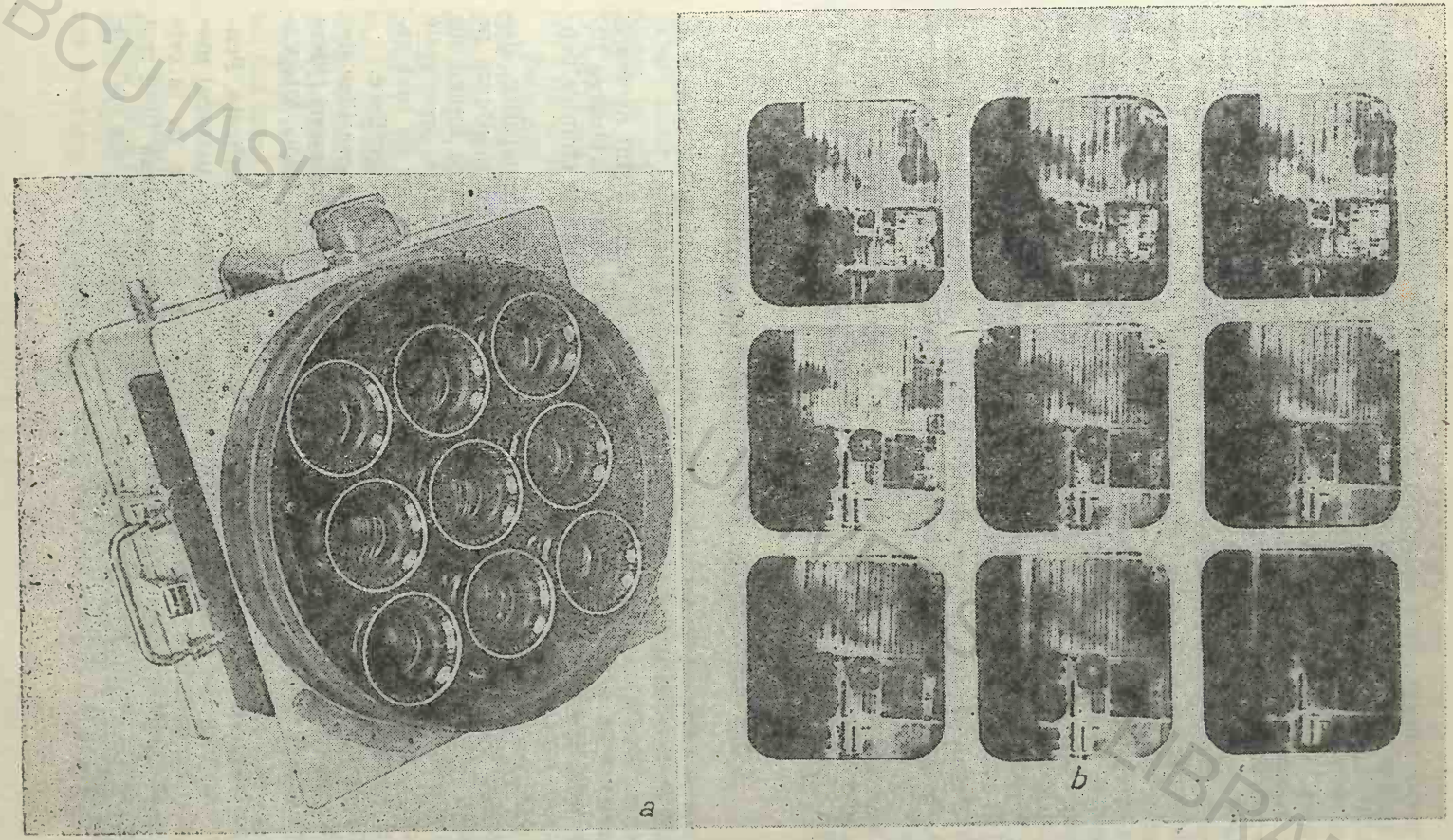


Fig. 17. Cameră multispectrală cu un singur film și cu nouă obiective:
a — *cameră multispectrală;* b — *imagini multispectrale.*

mai multe camere. Spre deosebire de camerele aerofotogrammetrice simple, acestea sînt alcătuite din mai multe camere de luat vederi, existînd posibilitatea ca pentru fiecare emulsie şi pentru filtre să se facă combinaţii de aşa manieră, încît fiecare fotografie să corespundă unei benzi spectrale. În mod obişnuit se folosesc benzile corespondente următoarelor nuanţe: bleu, verde, roşu, apropiat de infraroşu. Dacă se utilizează filtre selective, benzile pot fi divizate în sectoare de trecere spectrală gradată. Aparatele clasice multispectrale au în alcătuirea lor, în mod obişnuit, patru camere montate pe un cadru. Declanşarea în momentul aerofotografierii se face simultan, prin circuit electric, toate camerele recepţionînd aceeaşi imagine. Rezultatul final îl constituie obţinerea a patru fotografii ilustrînd acelaşi peisaj geografic. Cum aceste fotografii corespund la benzi spectrale diferite, ele se pot suprapune cîte două, trei sau toate patru. Există şi alte categorii de asamblări pentru camerele aerofotogrammetrice multispectrale, ca de exemplu, în serii de cîte şase, douăsprezece şi douăzeci şi patru de camere, în vederea înregistrării de benzi spectrale de o complexitate deosebită.

Principiul de funcţionare constă în faptul că aceste aparate analizează, în cadrul mai multor benzi spectrale, radiaţiile provenite din reflectare de la suprafaţa terenului survolat.

Camerele multispectrale se instalează la bordul aeronavelor de diferite tipuri, sateliţi artificiali, rachete, avioane cu performanţe mari pentru plafoanele de zbor etc.

II.2.3. Caracteristicile materialelor fotogrammetrice

Ulterior realizării procesului de zbor fotogrammetric au loc o serie de operaţii în vederea preluării şi prelucrării filmelor fotografice.

Pentru a se ajunge la fotograma sau fotografia aeriană sînt necesare: 1) aparatură de preluare; 2) materiale fotosensibile pentru preluarea filmelor şi fotografiilor; 3) aparatură de laborator şi substanţe chimice pentru prelucrarea materialelor fotosensibile.

Aparatura de preluare este alcătuită din camere aerofotografice, stereocamere, aparate de fotografiat nemetrice etc., care se montează pe baloane, elicoptere sau avioane. Aeronavele pentru preluarea imaginilor aerofotografice sînt aparate cu caracteristici tehnice speciale, amenajate în mod corespunzător pentru a permite montarea camerelor de luat vederi şi anexelor necesare în procesul de pilotare şi aerofotografiere.

Materialele fotosensibile pentru preluarea filmelor şi fotografiilor sînt alcătuite din materiale fotosensibile cu suport format din poliesteri *(filme fotografice)* şi materiale fotosensibile cu suport din sticlă *(plăci fotografice).*

Aparatura de laborator şi substanţele chimice sînt diversificate. Pentru prelucrarea (developarea, fixarea, spălarea, tratarea şi uscarea) materialelor fotosensibile primare există dispozitive şi aparate, de la cele mai simple pînă la cele mai complicate, deosebit de complexă fiind mai ales aparatura de prelucrare a peliculelor color obişnuite şi cele spectrozonale.

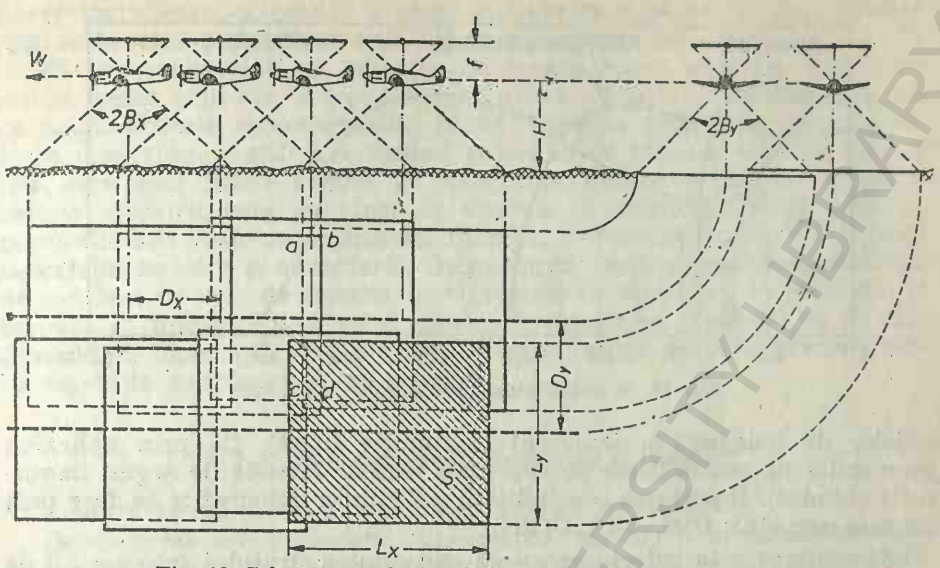


Fig. 18. Schema aerofotografierii (după A. I. Şerşeni):
W — *direcţia de zbor;* f — *distanţa focală a camerei;* H — *înălţimea de zbor;* 2βx, 2βy — *deschiderea unghiulară a obiectivului;* Dx — *aerobaza;* Dy — *distanţa dintre două linii de zbor învecinate;* Ly — *lăţimea benzii fotografiate la un zbor;* lx, ly — *dimensiunile clişeului.*

II.2.3.1. Materiale fotosensibile

Imaginea fotografică poate fi înregistrată în condiţiile existenţei unui suport material acoperit cu un strat sensibil la lumină şi care se află dispus în planul focal al obiectivului. Stratul sensibil trebuie să aibă o putere de separare în măsură să înregistreze toate detaliile imaginii obiect. Suportul emulsiei nu trebuie să prezinte deformaţii oricît de mici, pentru a nu se denatura exactitatea imaginii fotografice.

Emulsiile fotosensibile utilizate pentru fotograma aeriană conţin cristale de halogenură de argint, introduse într-un liant pe bază de gelatină. Emulsia de gelatină nu trebuie să sufere deformaţii din cauza variaţiilor de temperatură, iar suportul ei să reziste la temperaturi pînă la 50°C.

Suportul emulsiilor fotosensibile este transparent, fiind film sau sticlă. În cazul copierii, suportul emulsiilor fotosensibile este hîrtia specială. Aerofotografierea utilizează benzi de film sau plăci de sticlă de diferite mărimi, în raport cu dimensiunile şi capacitatea camerelor aerofotogrammetrice. Filmele pentru aerofotografiere se fabrică din diferiţi compuşi ai celulozei, ca de exemplu, nitroceluloza, triacetatul de celuloză, cel din urmă fiind un material neinflamabil şi cu deformaţii mai mici.

II.2.3.2. Elemente de sensitometrie

Sensibilitatea la lumină este în funcţie de mărimea diametrului cristalelor de argint, fiind în raport invers cu timpul de expunere corespunzător pentru obţinerea unui efect fotografic în anumite condiţii. Creşterea gradului de sensibilitate se poate face fie mărind dimensiunile gra-

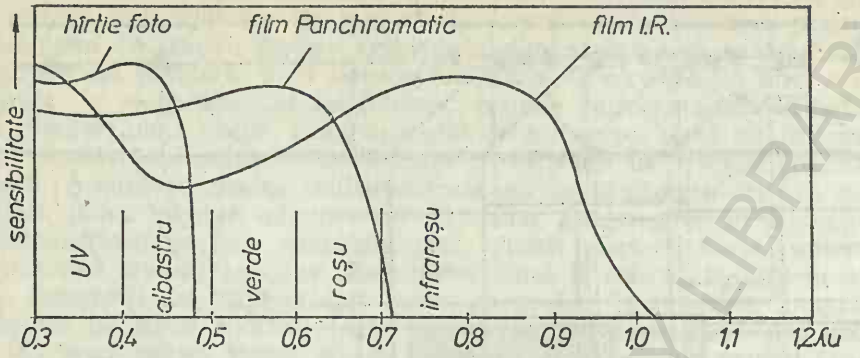


Fig. 19. Sensibilitatea unor emulsii alb-negru.

nulelor de halogenură de argint (maturaţie fizică), fie prin aplicarea germenilor de sensibilitate pe suprafaţa acestor cristale de argint (maturaţie chimică). Precizarea sensibilităţii peliculelor fotografice se face prin sisteme cum sînt: DIN, ASA, GOST.

Sensibilitatea la culori reprezintă capacitatea stratului fotosensibil de a fi impresionat în mod diferenţiat de radiaţiile cu diferite lungimi de undă din spectrul luminos vizibil şi invizibil. Sensibilitatea cromatică a materialelor fotosensibile pentru alb-negru constă în posibilitatea de a transforma radiaţiile spectrale primite de la diferite obiecte, în nuanţe care se încadrează între alb şi negru. Stratul fotografic obţinut este mai sensibil pentru zona spectrului spre violet. De aceea, culoarea cea mai luminoasă a imaginii este albastru, pe care ochiul o percepe însă ca foarte întunecată, iar culorile galben şi verde, observate ca luminoase, influenţează mai puţin stratul fotosensibil. Cunoaşterea sensibilităţii la culori permite alegerea corespunzătoare a emulsiilor, în funcţie de particularităţile spectrale ale peisajului fotografiat. Emulsiile sensibilizate pentru violet-albastru se numesc *ortocromatice:* cele sensibilizate pentru radiaţiile roşii se numesc *pancromatice.* Emulsiile izopancromatice au o sensibilitate mai uniformă pentru toate razele spectrului vizibil.

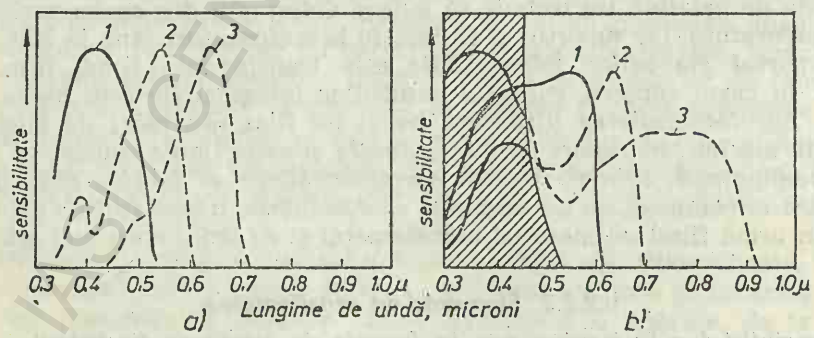


Fig. 20. Sensibilitatea emulsiilor materialelor fotografice color:
a — *sensibilitatea celor trei emulsii (1, 2, 3) ale peliculei color normală;*
b — *sensibilitatea celor trei emulsii (1, 2, 3) ale peliculei IR-color (fals-color).*

Aerofotografierea obiectelor a căror culoare se situează în zona razelor roşii se bazează pe folosirea emulsiilor izopancromatice.

Filtrele de lumină au calitatea de ecrane optice colorate, care permit să treacă prin ele, în mod selectiv, numai radiaţii cu anumite lungimi de undă. *Filtrele monocromatice* permit trecerea radiaţiilor corespunzătoare unei singure culori, atenuînd radiaţiile de culoare albastră şi violetă, care apar foarte închise pe fotograme. Pentru a elimina influenţa razelor albastre, care au efect de voalare, se utilizează filtre galbene, portocalii sau roşii cu intensităţi diferite, corespunzătoare specificului suprafeţei terestre şi atmosferei. De exemplu, pentru separarea pădurilor de conifere de cele de foioase, în sectoarele de tranziţie, în perioada de toamnă, se folosesc filtre verzi; pentru evidenţierea arealelor cu diferite construcţii, în comparaţie cu peisajul înconjurător acoperit predominant cu vegetaţie, se folosesc filtre galbene.

II.2.4. Prelucrarea fotografică a filmelor

Aceasta constă într-o succesiune de operaţii importante.

Developarea are în vedere cunoaşterea temeinică a caracteristicilor peisajului geografic; înălţimea (plafonul) de aerofotografiere; condiţiile atmosferice şi înălţimea soarelui deasupra orizontului în momentul expunerii, situaţii în funcţie de care se aleg filtrul de lumină şi timpul de expunere. De asemenea, se alege revelatorul, se stabileşte valoarea coeficientului optim de contrast, temperatura corespunzătoare şi timpul de developare. De exemplu, coeficientul de contrast creşte ori scade în funcţie de înălţimea de aerofotografiere şi transparenţa atmosferei. Developarea asigură continuarea reducerii argintului din holoidul de argint şi transformarea acestuia din urmă în argint metalic. Se ajunge astfel la transformarea *imaginii latente* în *imagine vizibilă*. Operaţia se realizează cu ajutorul unor *reactivi chimici* (metol, hidrochinon, paraaminofenol etc.). *Revelatorul* trebuie să fie o soluţie alcalină. Procesul de developare se opreşte în momentul apariţiei imaginii optime. La developare se mai folosesc substanţe de conservare, aşa cum sînt: sulfitul de sodiu şi metabisulfitul de potasiu, care împiedică oxidarea rapidă a soluţiei; substanţe acceleratoare, ca de exemplu, carbonatul de sodiu şi potasiu, hidroxidul de sodiu şi potasiu şi substanţe care să împiedice voalarea (bromura de potasiu).

Fixarea urmează procesului de developare, în scopul îndepărtării halogenurii de argint neredusă. Operaţia se face cu soluţii ce conţin tiosulfat de sodiu, tiosulfat de amoniu, cianură de potasiu etc. Soluţiile de fixare pot fi *simple, acide, cu acţiune întăritoare a gelatinei* şi *rapide*.

Spălarea filmului (plăcilor fotosensibile) se face în vederea înlăturării compuşilor chimici care au rezultat în procesele de developare şi fixare, pentru a nu provoca decolorarea imaginii fotografice, apariţia petelor etc. Spălarea se face cu apă curată.

Uscarea filmelor asigură îndepărtarea completă a apei de pe emulsie şi suportul acesteia. Materialul fotografic se poate usca la temperatura obişnuită din laborator ori se folosesc, în acest scop, dispozitive speciale.

Istalațiile pentru prelucrarea filmelor și plăcilor

Există instalații de diferite fabricații și grade de perfecționare tehnică modernă, care accelerează și condiționează o calitate optimă prelucrării peliculelor și plăcilor fotografice.

Instalația Wild se folosește pentru developarea, fixarea și spălarea filmelor cu lățimea pînă la 24 cm și lungimea de 60 m.

Mașina de uscat de fabricație Zeiss Oberkochen este alcătuită, în principal, dintr-un dispozitiv de uscare a filmului montat pe o placă suport.

II.2.5. Obținerea copiilor fotografice

Obținerea în final a filmelor și plăcilor aerofotogrammetrice, prin succesiunea de operații menționate anterior, permite *realizarea imaginilor fotografice* prin copierea în laborator.

Reproducerea sau copierea de pe film se face în mod frecvent prin contact, pe hîrtie fotografică lucioasă, semilucioasă și mată, cu dimensiuni corespunzătoare parametrilor tehnici stabiliți în protocolul de aerofotografiere și în concordanță cu destinația fotogramelor aeriene.

Aerofotogramele alb-negru prezintă cel mai larg cîmp de valorificare, ele constituind materialele clasice, cu cel mai îndelungat stagiu de utilizare în fotogrammetrie și, respectiv, în toate domeniile de activitate unde aerofotograma își găsește aplicabilitate. Diferențierea și identificarea fiecărei trăsături din imaginea fotogrammetrică se face numai în limitele intensităților și tonalităților condiționate de nuanțele alb-negru.

Aerofotogramele în infraroșu sînt produsul posibilităților pe care le creează radiațiile infraroșii, care, fiind puțin deviate, pătrund mai ușor prin spațiul atmosferic încărcat cu particule de praf, apă, vapori, gaze etc. De aceea, aerofotogramele realizate cu ajutorul acestor radiații de la mare înălțime oferă imaginile obiectelor și detaliilor care în alte condiții nu ar apărea pe fotograme, datorită grosimii mari și transparenței reduse din straturile atmosferei.

Aerofotogramele color se bazează pe efectul tricromatic al vederii, datorită căruia sensibilitatea ochiului la lumină este dată de trei tipuri de elemente ale celulelor de pe retină, care manifestă sensibilități diferite față de culori. Urmărindu-se obținerea a trei imagini monocrome (roșu, verde, albastru), fiecare avînd culoarea uneia dintre cele trei regiuni principale ale spectrului, corespunzătoare culorilor de bază, se obține imaginea fotografică color. În cazul *procedeului aditiv*, fotografia color rezultă prin adunarea celor trei imagini parțiale (roșu, verde, albastru). Prin *metoda substractivă*, imaginile se obțin scăzînd din lumina albă anumite cantități de radiații albastre, verzi și roșii. Se folosesc filtre în culori complementare celor fundamentale. De exemplu, pentru absorbirea radiațiilor albastre se folosesc filtre de culoare galbenă, care permit culorilor verde și roșie să treacă și din combinarea cărora rezultă culoarea galbenă. Materialele fotosensibile sînt cele receptive la culorile de bază sau la cele complementare, la care se adaugă un strat galben cu rol de filtru și un altul antihalo de culoare verde sau cafenie.

Aerofotogramele spectrozonale sînt rezultatul fotografierii în zone ale spectrului în care coeficienții de contrast prezintă valori cît mai diferite. Filmele au emulsii cu straturi suprapuse, care înregistrează imagini de la sol pentru zone extreme ale spectrului luminii solare. O caracteristică a fotografiilor aeriene spectrozonale o constituie faptul că nuanțele cromatice ale imaginilor obiectivelor nu corespund celor din natură, ele fiind culori false (convenționale), prin intermediul cărora se evidențiază anumite categorii de detalii, pe baza diferenței coeficienților de contrast și a caracteristicilor filmelor.

II.2.5.1. Aparate pentru copiat fotogramele

Pentru realizarea copiilor fotogrammetrice se folosesc o serie de aparate, instrumente și dispozitive.

— *Tireuzele* permit executarea copiilor contact de pe fotogramele originale. Ele sînt prevăzute cu becuri, care iluminează de la interior placa transparentă care alcătuiește suportul filmului. Pentru rularea filmului se folosesc două bobine, iar un exponometru stabilește timpul de expunere. Un tip de tireuză este cel de fabricație Zeiss Oberkochen, utilizat pentru obținerea copiilor contact de pe filmele aerofotogrammetrice.

— *Aparatul Elcop,* construit la Carl Zeiss — Jena, R.D. Germană, se bazează pe principiul compensării contrastului. Principiul său de funcționare este electronic. La acest aparat se pot copia bobine din film, fotograme izolate pe film sau plăci, copierea realizîndu-se pe filme, plăci sau hîrtie fotografică. Pentru baleiajul peliculei, aparatul dispune de un tub electronic cu ecran plan, cu substanță luminiscentă de culoare albastră, a cărei emisie spectrală corespunde cerințelor tehnice ale materialului fotosensibil care se copiază (fig. 21).

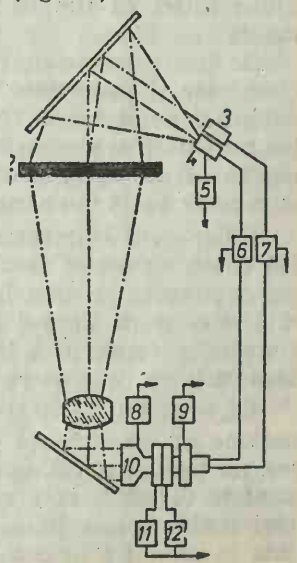


Fig. 21. Aparatul electronic de copiat Elcop-Carl Zeiss-Jena:

1 — *clișeu;* 2 — *material fotosensibil pentru obținerea pozitivului;* 3, 4 — *amplificator electronic secundar;* 5 — *generator de înaltă tensiune;* 6 — *amplificator de reglare;* 7 — *automat de expunere;* 8 — *generator de înaltă tensiune;* 9 — *focalizare;* 10 — *tub cu fascicul de electroni;* 11 — *generator de deviere verticală;* 12 — *generator de deviere orizontală.*

BCU CENTRAL LIBRARY

— *Aparatul de copiere U3,* construit de firma Wild — Heerbrugg, realizează diapozitive de la o mărire de 1,6 ori la o micșorare de 5,6 ori. În timpul copierii este posibilă corectarea distorsiei imaginii și efectului curburii și refracției atmosferice, pentru un anumit plafon de zbor. Aparatul este construit în trei variante (U 3-A; U 3-B; U 3-C), care permit executarea de diapozitive de pe fotogramele color, diapozitive cu distanța focală de 55 mm și diapozitive pentru multiplex.

— *Aparatul de mărire Wild VG 1* prezintă un obiectiv Reprogon cu distanța focală de 150 mm. Aparatul mărește imaginile de 0,75 la 7 ori; se reglează automat, permițînd schimbarea continuă a vitezei de deplasare; claritatea imaginii se asigură automat. Cu ajutorul unor măști se elimină lumina difuză, care intervine în momentul cînd se măresc fotografii cu dimensiuni mici.

II.2.6. Caracteristicile aerofotogramelor

II.2.6.1. Caracteristici generale

Aerofotograma-imagine statică instantanee și obiectivă a suprafeței terestre. Întrucît mijloacele de transport ale camerelor fotografice se deplasează cu viteze mari, pentru a evita trenarea imaginii pe materialul fotografic, este necesar ca timpul de expunere să fie cît mai scurt. Expunerea trebuie să fie însă suficient de îndelungată pentru ca radiațiile să „impresioneze" materialul fotografic în așa fel încît imaginea obținută să redea, cît mai bine, detaliile din teren. De aceea, timpul de expunere trebuie să fie suficient de lung pentru a asigura formarea unei imagini și, totodată, suficient de scurt pentru a evita trenarea imaginii. S-a ajuns astfel ca timpul de expunere să fie de ordinul sutimilor de secundă.

Se poate spune deci că o aerofotogramă înregistrează și redă starea obiectelor și proceselor de pe suprafața terestră pe o durată de ordinul sutimilor de secundă. Cum, în general, majoritatea obiectelor și proceselor nu suferă schimbări vizibile într-un timp atît de scurt, se poate aprecia că aerofotograma oferă o imagine statică a suprafeței terestre, așa cum arăta ea în momentul fotografierii.

Chiar dacă obturatorul, prin deschidere, face ca expunerea întregului clișeu să nu se facă absolut simultan (între diverse părți ale clișeului expunerea se face în momente diferite), diferența de timp este mult mai mică decît timpul total de expunere. Deci, se poate spune că aerofotograma reprezintă imaginea simultană a întregii porțiuni de teren, fără ca între timp să se fi produs vreo schimbare într-un sector oarecare.

Caracteristicile de imagine statică și simultană a întregii fotograme aeriene au importanță pentru fotointerpretarea geografică. Aerofotograma nu poate reda dinamica și evoluția obiectelor și proceselor de pe suprafața terestră, ci acestea vor trebui deduse cu ajutorul unor indicatori indirecți sau folosindu-se aerofotograme ale aceleiași regiuni repetate la anumite intervale de timp. Simultaneitatea întregii imagini per-

mite să se poată aprecia corect relaţiile spaţio-temporale dintre obiecte sau procese, deoarece în timpul scurt de expunere nu s-au produs schimbări care să facă să apară raporturi succesive în diferite părţi ale imaginii.

Spre deosebire de desene, schiţe panoramice, hărţi sau alte produse cartografice, la întocmirea cărora intervine subiectivismul celui care le-a realizat şi care a ales numai unele aspecte pe care să le redea, aerofotograma este o imagine obiectivă a suprafeţei terestre. Obiectele şi procesele nu sînt triate după aprecierea operatorului, ci ele sînt redate în măsura în care reflectă radiaţii la care este sensibil materialul fotografic. Este evident că unele obiecte sau procese, care nu reflectă suficiente radiaţii pentru a impresiona materialul fotografic, nu vor apărea pe aerofotogramă. Deci aerofotograma nu reprezintă o imagine totală, completă, a suprafeţei terestre, dar toate obiectele şi procesele din aceeaşi categorie, care reflectă aceeaşi cantitate de radiaţii, vor fi redate pe aerofotogramă. Nu se face nici un fel de triere a lor după alte criterii.

Se înţelege că fotograma aeriană nu poate reda toate obiectele, indiferent de mărimea lor, fiind vorba de o imagine micşorată. Prin micşorare însă unele obiecte mici nu mai pot fi redate individual; imaginile lor devin nişte puncte, care se pot contopi într-o pată de o anumită culoare sau nuanţă de gri. Dar, toate obiectele de aceeaşi mărime sînt reprezentate la fel, nefăcîndu-se nici o deosebire între ele.

Deci, reprezentarea obiectelor şi proceselor pe fotograma aeriană se face numai în funcţie de unele criterii obiective, care ţin de mărimea obiectelor şi proceselor, de gradul lor de iluminare şi de măsura în care ele reflectă radiaţiile spre aparatul fotografic.

Obiectivitatea imaginii fotografice are mare valoare pentru fotointerpretare căci, în felul acesta, aerofotograma redă destul de fidel realitatea încît o poate înlocui pentru a permite efectuarea observaţiei indirecte.

Formatul, mărimea şi datele de identificare ale aerofotogramelor. Aerofotogramele se prezintă, cel mai frecvent, sub formă de copii pozitive de contact, realizate pe hîrtie fotografică. Pentru că ele sînt examinate prin reflexie (fotointerpretatorul captează direct, cu ochiul sau prin intermediul unui aparat, lumina venită de la o sursă şi reflectată de suprafaţa aerofotogramei), aerofotogramele pot fi lustruite la uscare, mărindu-li-se astfel puterea de reflexie. Prin această operaţie însă se pot produce unele deformări ale emulsiei şi implicit ale imaginii. De aceea, aerofotogramele destinate efectuării de măsurători precise sînt mate.

De obicei, aerofotogramele sînt de formă pătrată, iar mărimea lor corespunde dimensiunilor clişeului şi deci depinde de tipul de cameră utilizată. Foarte frecvente sînt fotogramele aeriene de 23/23 cm, 18/18 cm şi mult mai rar cele de 13/13 cm. Rareori se utilizează copii mărite, cu dimensiuni mai mari decît cele standard. Există însă şi aerofotograme dreptunghiulare, de exemplu, de forma 13/18 cm.

Dimensiunile aerofotogramei sînt importante pentru că de ele depinde tipul de aparate utilizate în fotointerpretare. Fotogramele aeriene de format mare nu pot fi examinate decît cu ajutorul stereoscoapelor cu oglinzi sau cu prisme. Numai cu mari dificultăţi pot fi explorate cu un

„stereoscop de buzunar" prin suprapunerea parţială a aerofotogramelor vecine.

Desigur, că pot exista şi aerofotograme de alt format, cum ar fi, de exemplu, cele sub formă de bandă continuă sau cele hexagonale derivate din asamblarea imaginilor parţiale obţinute cu ajutorul unor camere cu mai multe obiective.

Pe aerofotograme sînt marcate unele date informative, care sînt utile în cunoaşterea unor proprietăţi geometrice ale aerofotogramelor, pentru identificarea lor, a regiunii pe care o reprezintă, precum şi a timpului cînd s-a efectuat aerofotografierea.

Pe colţuri sau pe mijlocul laturilor aerofotogramei sînt „indicii fotogramei" (indici marginali sau mărci fiduciale), sub forma unor crestături, cruciuliţe, colţuri sau puncte, care permit aflarea punctului central (principal) al aerofotogramei, necesar pentru efectuarea unor măsurători. Aceste semne sînt fixate în interiorul camerei aerofotogrammetrice şi sînt fotografiate odată cu terenul. Tot prin fotografiere este imprimată, în unele cazuri, imaginea unei nivele cu bulă de aer, care indică poziţia axei optice a camerei în momentul aerofotografierii. Dacă bula de aer este situată în centrul nivelei, axa optică a fost verticală; dacă axa a fost înclinată, bula de aer se situează lateral, numărul de cercuri care o separă de centru indicînd numărul de grade al unghiului dintre axa optică şi verticală. Se înţelege că nivela este utilizată numai în cazul camerelor aerofotogrammetrice cu axa optică verticală. Cunoaşterea mărimii abaterii axei de la verticală este necesară pentru a se putea face, prin redresare, corecţiile care se impun.

Tot prin fotografiere se imprimă, uneori, imaginea unui ceas, care indică ora aerofotografierii, a unui altimetru, care indică altitudinea de zbor, şi a unui statoscop, care arată abaterea faţă de altitudinea de zbor stabilită.

Pe aerofotograme se mai înscriu distanţa focală a obiectivului camerei (în mm sau ţoli), înălţimea de zbor faţă de suprafaţa terenului (în metri sau picioare), data calendaristică a aerofotografierii, numărul şi seria fotogramei aeriene sau indicativul după nomenclatura hărţilor topografice.

Dintre toate datele amintite, cele care figurează întotdeauna pe fotogramele aeriene sînt indicii aerofotogramei, seria aerofotogramei, data aerofotografierii şi indicativul după harta topografică sau indicaţii asupra regiunii reprezentate. În locul înălţimii de zbor şi a distanţei focale se indică, uneori, scara aerofotogramei, dar aceasta nu este suficientă, căci pentru efectuarea unor măsurători este necesară cunoaşterea distanţei focale şi a înălţimii de zbor.

II.2.6.2. Caracteristici fotografice

Aerofotogramele prezintă o serie de caracteristici fotografice, care au importanţă pentru fotointerpretare.

Culoarea este caracteristică pentru aerofotogramele color, ea depinzînd de o serie de factori, în primul rînd de culoarea obiectelor din teren, pe care o redă mai mult sau mai puţin fidel. Culoarea prin care

sînt reprezentate obiectele mai depinde însă și de caracteristicile materialului fotografic utilizat. Astfel, materialul convențional redă, cu un anumit grad de fidelitate, culorile naturale ale obiectelor, în timp ce materialul color infraroșu dă alte culori, încît verdele este redat prin roșu, albastrul prin galben etc. Deci fotointerpretatorul trebuie să aibă în vedere această substituire a culorilor și să decodifice corect semnificația lor, în funcție de caracteristicile materialului aerofotografic și ale obiectelor reprezentate.

Nici materialul fotografic color obișnuit nu redă întocmai culorile obiectelor, fie din cauza caracteristicilor acestui material, fie datorită condițiilor de fotografiere și de prelucrare. Materialul fotografic color compune toată gama culorilor spectrale și a nuanțelor lor prin sinteză aditivă sau substractivă cu ajutorul a trei culori fundamentale. Pentru că cele trei straturi de emulsie, care formează cele trei culori fundamentale, nu au sensibilitate identică, culorile sintetizate sînt ușor denaturate.

În ceea ce privește condițiile de aerofotografiere, trebuie menționat că adesea nu sînt iluminate la fel de bine toate obiectele din teren, ceea ce face ca nuanța culorilor unora dintre ele să fie întrucîtva modificată. Mai important însă este faptul că spectrul radiațiilor reflectate este modificat pe traseul obiect-cameră aerofotografică prin absorbția și reflexia difuză a radiațiilor de către constituenții atmosferei. Cum radiațiile cu lungime de undă mai mică (violet și albastru) sînt mai intens reflectate difuz, ele au tendința de a se suprapune peste celelalte culori denaturîndu-le și avînd tendința de a impune nuanțe albăstrui-violete. Pe de altă parte, radiațiile cu lungime de undă mare (portocalii, roșii) sînt mai puțin absorbite de atmosferă și au tendința de a schimba culorile înspre roșu. De aceea, nu se pot obține aerofotograme color fidele decît de la înălțime mică pentru ca stratul de aer interpus între suprafața terestră și camera aerofotografică să fie cît mai subțire.

Calitatea culorilor este influențată și de felul în care s-a făcut aerofotografierea (dacă expunerea a fost corectă) și prelucrarea materialului fotografic. În realizarea copiilor pozitive se utilizează filtre compensatoare, care să suprime unele deformări ale culorilor pe negativ, cît și diferența spectrală a luminii artificiale din aparatul de reproducere față de lumina naturală în care s-a realizat negativul. Echilibrarea culorilor se realizează însă cu dificultate în asemenea condiții. Pe de altă parte, caracteristicile soluțiilor utilizate în prelucrare, temperatura soluțiilor ca și nerespectarea duratei optime de prelucrare pot produce unele denaturări ale culorilor.

Tonul de gri, prin care sînt reprezentate obiectele, este caracteristic aerofotogramelor alb-negru, la care culorile sînt înlocuite cu nuanțe de gri. Tonul depinde de unele caracteristici ale obiectului, de condițiile în care s-a realizat aerofotografierea (în special de gradul de iluminare a obiectelor), de caracteristicile materialului fotografic și de modul în care s-a făcut prelucrarea lui.

Tonul depinde de culoarea obiectelor, de gradul de iluminare a lor și de puterea de reflexie (albedoul) suprafeței lor. Culorile pentru care emulsia negativului este mai sensibilă sînt redate pe aerofotograme prin tonuri mai deschise, iar obiectele mai puternic iluminate și cu putere

de reflexie mai mare sînt reprezentate de asemenea prin tonuri mai deschise. Dacă materialul fotografic negativ este mai sensibil la albastru şi la roşu, obiectele albastre şi roşii vor apărea pe aerofotograme cu tonuri deschise, iar cele verzi cu tonuri închise. În cazul în care expunerea negativului a fost mai lungă, aerofotograma va prezenta tonuri mai deschise, dar dacă pozitivul a fost expus mai mult, tonul va fi mai închis.

Pentru materialul fotografic alb-negru sensibil şi la infraroşu, tonul depinde şi de puterea de reflectare a infraroşului apropiat, ceea ce face ca obiectele mai umede şi vegetaţia verde să apară cu tonuri mai închise.

Modul de prelucrare a materialului fotografic poate influenţa tonul încît prelungirea developării pozitivului duce la închiderea tonurilor.

Cum toate variabilele care influenţează tonul au aceeaşi valoare pentru întreaga aerofotogramă, în afară de caracteristicile obiectelor şi gradul de iluminare a lor, acestea sînt cele care provoacă diferenţa de ton dintre obiecte, ceea ce permite identificarea lor. Este importantă deci valoarea relativă a tonului, diferenţa de nuanţă de gri dintre diverse obiecte.

Pe aerofotograme pot apărea diferenţe de ton foarte accentuate încît obiectele să fie reprezentate printr-un număr redus de nuanţe de gri, ele apărînd fie în tonuri închise, fie în tonuri foarte deschise. În acest caz, aerofotograma are un contrast mare, adică o diferenţă mare între nuanţele de gri. Acest contrast depinde de caracteristicile materialului fotogrammetric şi de felul în care s-a făcut prelucrarea lui.

Materialele sensibile numai la o parte a spectrului dau contraste mai mari, iar cele pancromatice dau contraste mai slabe. Tipul de revelator influenţează, de asemenea, valoarea contrastului aerofotogramei, existînd revelatoare rapide, care accentuează contrastul, şi revelatoare mai lente, care îl diminuează, scoţînd mai multe nuanţe de gri.

Fotogramele aeriene contrast scot mai uşor în evidenţă unele obiecte şi unele trăsături mai generale ale terenului, dar nu redau suficient de bine toate detaliile. De aceea se preferă aerofotograme cu contrast mai puternic pentru depistarea trăsăturilor mai generale ale terenului şi aerofotograme cu contrast mai slab pentru detectarea detaliilor.

Despre fotogramele aeriene cu contrast puternic se spune că sînt „tari", iar cele cu contrast slab sînt „normale" sau „moi".

Claritatea imaginilor constituie o caracteristică importantă a fotogramelor aeriene, ea fiind exprimată prin contururi nete ale obiectelor şi detaliilor. Claritatea depinde de calităţile obiectivului camerei aerofotogrammetrice, de corectitudinea punerii la punct, de aşezarea corectă a filmului şi de planeitatea lui, aceleaşi condiţii intervenind şi în cazul realizării copiei pozitive.

Claritatea imaginii poate fi exprimată prin aşa-zisa „conturanţă" sau „acutanţă", care exprimă variaţia iluminării (tonului) imaginii pe o direcţie perpendiculară pe linia de contur a obiectului. „Curba de margine", care exprimă variaţia iluminării, este cu atît mai abruptă, cu cît claritatea este mai mare. Cu cît Δx este mai mic, cu atît mai bună este claritatea imaginii (fig. 22).

Obiectivele camerelor aerofotogrammetrice sînt de calitate superioară şi proprietăţile lor optice permit obţinerea unor imagini foarte clare. Stabilirea distanţei nu ridică probleme întrucît aerofotografierea se face

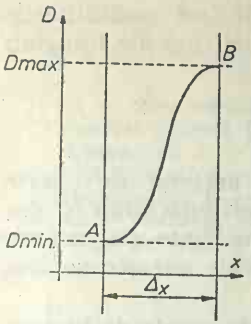


Fig. 22. Curba de margine (*AB*) a imaginii aerofotogrammetrice:
D — *densitatea înnegririi;* Δx — *zonă de neclaritate.*

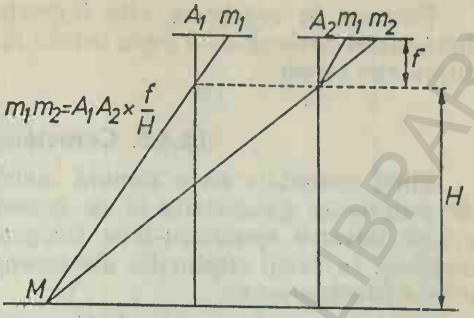


Fig. 23. Trenarea imaginii aerofotogrammetrice:
m_1m_2 — *trenarea imaginii;* A_1A_2 — *deplasarea camerei în timpul expunerii.*

de la înălțime mare, încît camera este pusă la punct pentru distanță infinită.

Neclaritatea imaginii poate proveni din neplaneitatea clișeului în cazul unor defecțiuni ale sistemului de vacuum, care îl ține presat de cadrul camerei prin placa de presiune. Mai frecventă este însă trenarea imaginii atunci cînd timpul de expunere este prea lung în raport cu viteza de zbor. Trenarea imaginii se manifestă printr-o deplasare a detaliilor și a marginii obiectelor în sensul direcției de zbor. Mărimea sa este dată de valoarea deplasării camerei, la scara aerofotogramei, în timpul expunerii (fig. 23).

Se apreciază că mărimea trenării nu trebuie să depășească 0,05 mm pentru ca să se mențină o bună claritate a imaginii. De aici se poate deduce că în cazul unei expuneri de o sutime de secundă, pentru scara 1 : 50 000, viteza avionului nu trebuie să depășească 900 km/h; pentru scara 1 : 25 000 — 450 km/h, iar pentru scara 1 : 12 000 — 225 km/h.

Puterea de rezoluție reprezintă caracteristica ce arată limita celor mai fine detalii liniare, care pot fi detectate pe aerofotograme. Ca și pentru obiectivul camerei, ea se exprimă prin numărul de linii albe și negre, care pot fi observate pe distanța de 1 mm. Puterea de rezolvare a aerofotogramelor este mult mai mică însă decît cea a obiectivului camerei: pentru fotogramele aeriene foarte bune ea abia atinge valori în jur de 20 linii/mm (în general, 5—25 linii/mm).

Mărimea detaliilor care pot fi detectate pe aerofotograme depinde însă nu numai de puterea de rezolvare, ci și de contrastul dintre imaginea detaliului și fondul pe care este plasat. În cazul unui contrast puternic, mărimea detaliului ce poate fi detectat pe o aerofotogramă cu putere de rezolvare de 20 linii/mm poate ajunge la 0,02 mm, dar pentru un contrast mai mic această mărime ajunge la 0,05 mm. În asemenea caz, la scara de 1 : 10 000 mărimea obiectului reprezentat este de 0,5 m; la scara 1 : 25 000 — 1,25 m; la scara 1 : 50 000 — 2,5 m. Dacă aceasta este mărimea minimă a unui obiect ce poate fi detectat, asta nu înseamnă că el poate fi și identificat întotdeauna.

Puterea de rezolvare este importantă, de ea depinzînd posibilităţile fotogramei aeriene de a reda detalii cît mai multe şi mai fine ale imaginii suprafeţei terestre.

II.2.6.3. Caracteristici geometrice

Fiind executate cu o cameră metrică, fotogramele aeriene au o serie de proprietăţi geometrice şi de aceeea li se spune *aerofotograme* (fotograme terestre spunîndu-li-se fotografiilor terestre realizate cu camere metrice). În cazul cuplurilor stereoscopice, se vorbeşte de *aerostereofotograme* (stereograme).

Fotograma aeriană ca proiecţie centrală, întrucît toate razele de lumină converg în focarul obiectivului camerei, capătă caracteristicile unei imagini obţinută prin proiecţia centrală a detaliilor de pe suprafaţa terestră pe suprafaţa materialului fotografic.

Drept axă principală de proiecţie serveşte axa optică a camerei care intersectează materialul fotografic într-un punct numit *punct central (principal) al aerofotogramei.* Liniile de perspectivă sînt reprezentate prin razele de lumină care vin de la obiectele din teren şi care converg în focarul obiectivului, încît acesta reprezintă şi punctul de perspectivă. Planul de perspectivă este reprezentat prin clişeu, iar distanţa principală a perspectivei este distanţa de la focarul obiectivului pînă la clişeu, fiind egală cu distanţa focală a obiectivului.

Tipuri de fotograme aeriene după poziţia axei optice a camerei. Deja s-a arătat că, prin montajul lor în avion, camerele pot avea poziţii diverse: unele sînt montate cu axul optic vertical, altele au o înclinare mai mică sau mai mare faţă de verticală. Se întîmplă însă ca să se producă o anumită înclinare întîmplătoare în momentul aerofotografierii chiar în cazul camerelor cu ax vertical. De aceea, se pot deosebi diferite tipuri de fotograme aeriene după poziţia axului optic al camerei. Fiecare tip are anumite proprietăţi geometrice specifice.

Aerofotogramele verticale sau **nadirale** sînt acelea realizate cu camere de luat vederi al căror ax optic este vertical. Se poate întîmpla însă ca, accidental, în timpul aerofotografierii, axa optică a camerei să sufere o uşoară înclinare. Dacă unghiul de înclinare (unghiul dintre axa optică a camerei şi verticala locului) nu depăşeşte 3°, aerofotogramele sînt considerate verticale.

Întrucît axa optică a camerei coincide cu verticala, rezultă că şi punctul central (principal) al fotogramei aeriene coincide cu punctul nadiral (punctul în care verticala intersectează clişeul). De aceea, acestora li se mai spune şi aerofotograme nadirale.

Scara aerofotogramelor verticale. Din figura 24 se observă că triunghiurile AFB şi bFa sînt asemenea, în aşa fel încît: $\frac{ab}{AB} = \frac{f}{H} = \frac{1}{n}$, unde:

ab este distanţa pe clişeu;
AB — distanţa din teren;
f — distanţa focală a camerei de luat vederi;
H — înălţimea de zbor;
n — numitorul scării aerofotogramei.

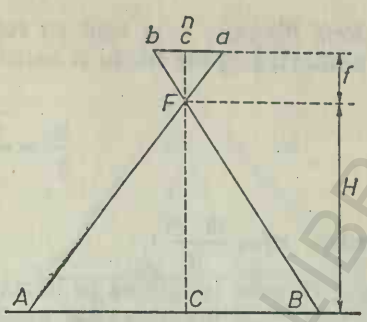


Fig. 24. Scara aerofotogramelor verticale:
Cc — *axa optică a camerei;* c — *punctul central (principal) al aerofotogramei;* F — *planul principal al obiectivului;* f — *distanța focală a obiectivului;* H — *înălțimea de zbor;* AB — *distanța din teren;* ab — *distanța pe clișeu;* n — *punctul nadiral.*

Prin urmare, $n = \frac{H}{f}$, adică numitorul scării de proporție a aerofotogramei se poate afla împărțind înălțimea de zbor deasupra terenului în momentul fotografierii, la distanța focală a camerei, ambele mărimi fiind exprimate în aceeași unitate de măsură (de obicei în milimetri). De aceea este important ca pe aerofotograme să fie notată distanța focală și înălțimea de zbor. Calcularea scării se poate face și cu ajutorul unei abace (fig. 25).

În cazul în care pe aerofotogramă nu sînt indicate *f* și *H*, scara de proporție se poate afla prin unul din procedeele utilizate la aflarea scării unei hărți. Dacă se cunoaște distanța din teren dintre două puncte, care pot fi identificate pe aerofotogramă, se împarte această distanță la cea corespunzătoare pe aerofotogramă (ambele exprimate în aceeași unitate de măsură), aflîndu-se numitorul scării.

Cînd se dispune de o hartă a regiunii reprezentată pe aerofotogramă, se aleg două detalii, care pot fi identificate pe hartă și pe aerofotogramă, și se măsoară distanța dintre ele pe ambele reprezentări. Raportul dintre

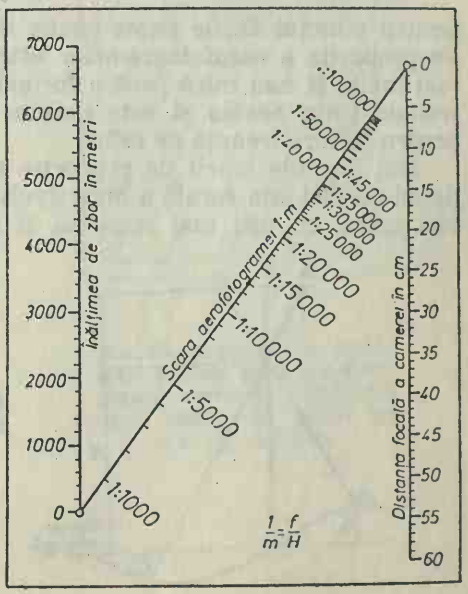


Fig. 25. Abacă pentru determinarea scării aerofotogramelor (după A. I. Șerșeni):
H — *înălțimea de zbor;* f — *distanța focală a camerei;* m — *numitorul scării aerofotogramei.*

BCU IAȘI CENTRALĂ ... LIBRARY

cele două distanţe este egal cu raportul dintre scările de proporţie (dintre numitorii lor) ale hărţii şi aerofotogramei:

$$\frac{lh}{lf} = \frac{\frac{1}{nh}}{\frac{1}{nf}} = \frac{nf}{nh},$$

de unde: $nf = \frac{lh \cdot nh}{lf}$,

în care: lh este lungimea pe hartă între cele două detalii;
lf = lungimea pe aerofotogramă între cele două detalii;
nh = numitorul scării hărţii;
nf = numitorul scării aerofotogramei.

De fapt, aceasta înseamnă a afla mărimea distanţei din teren şi a o împărţi la distanţa de pe aerofotogramă, deoarece înmulţind distanţa de pe hartă (lh) cu numitorul scării hărţii (nh) se obţine distanţa din teren.

Utilizarea relaţiei $\frac{f}{H}$ pentru obţinerea scării aerofotogramei este valabilă pentru terenul plat, unde H reprezintă distanţa verticală de la suprafaţa terenului pînă la focarul obiectivului. Într-un teren accidentat, înălţimea de zbor este luată faţă de un anumit nivel de referinţă, faţă de o anumită treaptă a reliefului. În asemenea situaţie, distanţa de la obiectiv la sol poate fi mai mare sau mai mică decît H. Pentru formele de relief mai înalte decît planul de referinţă, distanţa obiectiv-sol devine mai mică decît H, iar pentru formele de relief situate sub planul de referinţă, ea devine mai mare decît H.

În figura 26 distanţa obiectiv-sol pentru punctul A este $H-h_1$, iar pentru punctul B este $H+h_2$. Deci $\frac{1}{n} = \frac{f}{H-h_1}$ pentru punctul A şi $\frac{f}{H+h_2}$ pentru punctul B. Se poate spune deci că în regiunile accidentate scara de proporţie a aerofotogramelor este mai mare pentru formele de relief mai înalte şi mai mică pentru formele de relief mai joase. De acest lucru trebuie ţinut seama şi este necesar să se calculeze scara de proporţie pentru fiecare treaptă de relief.

Din formula scării de proporţie se vede că ea variază direct proporţional cu distanţa focală a obiectivului camerei: cu cît distanţa focală este mai mare, cu atît mai mare va fi scara de proporţie, adică numitorul

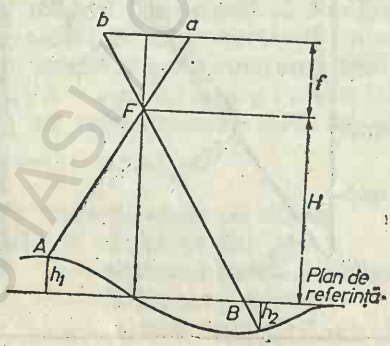


Fig. 26. Variaţia scării de proporţie a aerofotogramei în funcţie de relief.

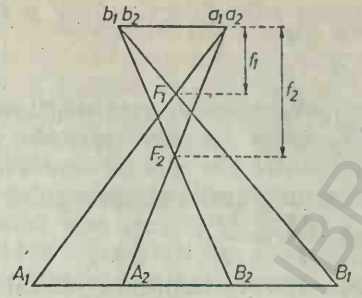


Fig. 27. Variaţia scării de proporţie a aerofotogramei în funcţie de distanţa focală a camerei:

f_1f_2 — *distanţele focale ale camerelor;* F_1F_2 — *planurile principale ale obiectivelor camerelor;* A_1B_2, A_2B_2 — *distanţele din teren;* a_1b_1, a_2b_2 — *distanţa pe clişeu.*

scării va avea valoare mai mică. Relaţia dintre scară şi distanţa focală se poate vedea şi din figura 27, de unde reiese că la distanţă focală mai mare, pentru aceeaşi înălţime de zbor, regiunea reprezentată pe aerofotograma cu aceleaşi dimensiuni este mai mică, deci obiectivele vor fi reprezentate prin imagini mai mari. Cînd distanţa focală este mai mică, regiunea reprezentată este mai mare şi scara imaginii este mai mică.

Deplasarea de relief (radială) şi factorii de care depinde. Datorită faptului că este o proiecţie centrală, pe aerofotograma verticală apare o deplasare a punctelor mai înalte faţă de cele mai joase. De exemplu, pentru un stîlp, la care vîrful şi baza au aceleaşi coordonate planimetrice în teren şi pe o hartă, pe o aerofotogramă vîrful are altă poziţie decît baza.

Din figura 28 se vede că vîrful stîlpului (*B*) este reprezentat pe aerofotogramă în *b*, ca şi cum s-ar afla în teren în *B′* şi nu în *A*. De fapt, el ar trebui să fie reprezentat în *a* pentru că are aceleaşi coordonate planimetrice cu baza *A*. Mărimea deplasării poziţiei vîrfului pe aerofotogramă este *d*, adică distanţa *ab*, ceea ce corespunde în teren cu distanţa *AB′*, adică *D*.

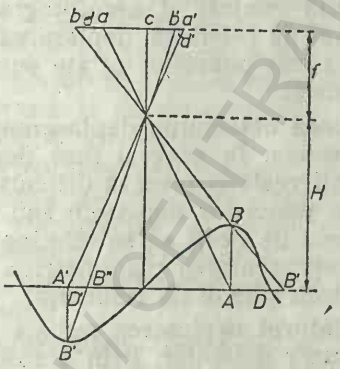


Fig. 28. Deplasarea radială pe aerofotograma verticală: ba, b′a′ — *mărimea deplasării radiale pe clişeu;* AB, A′B′ — *diferenţa de nivel faţă de planul de referinţă;* AB′ A′B″ — *distanţele din teren corespunzătoare mărimii deplasării radiale.*

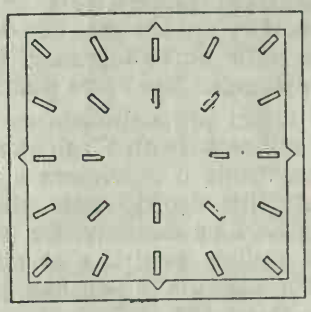


Fig. 29. Aspecte ale deplasării radiale pe o aerofotogramă verticală. Imaginea unei reţele de stîlpi de aceeaşi înălţime.

Întrucît triunghiurile AFB' și aFb sînt asemenea, se poate deduce că: $\frac{ab}{AB'} = \frac{d}{D} = \frac{f}{H}$.

Cum ab, adică d, este mărimea deplasării radiale pe aerofotogramă, iar AB', adică D, este mărimea corespunzătoare în teren, este clar că raportul dintre ele depinde de scara aerofotogramei.

Din triunghiurile dreptunghice ABB' și bFc, care sînt asemenea, rezultă că: $\frac{AB'}{bc} = \frac{AB}{f}$.

Dar, AB este înălțimea stîlpului, care poate fi notată cu h, iar AB' cu D. Deci: $\frac{D}{bc} = \frac{h}{f}$, de unde: $D = \frac{bc \cdot h}{f}$.

Dar, $D = \frac{d \cdot H}{f}$.

Înlocuind pe D, vom obține: $d\frac{H}{f} = bc\frac{h}{f}$, de unde: $d = bc\frac{h}{f} \cdot \frac{f}{H} = bc\frac{h}{H}$.

Din ultima relație rezultă că mărimea deplasării de relief este direct proporțională cu înălțimea obiectului și cu distanța vîrfului obiectului față de punctul central al aerofotogramei (bc), dar este invers proporțională cu înălțimea de zbor. Deci, cu cît un obiect este mai înalt și situat mai spre marginea regiunii aerofotografiate, cu atît mai mult va fi deplasată imaginea vîrfului său față de bază, adică față de poziția reală. De asemenea, cu cît fotografierea se face de la înălțime mai mică, cu atît mai mare este deplasarea de relief. Aceasta variază însă invers proporțional cu distanța focală a camerei de luat vederi.

Deplasarea de relief se produce în cazul tuturor obiectelor și punctelor care se situează deasupra sau dedesubtul planului de referință. Ea se face pe direcții radiare față de punctul central al aerofotogramei. În cazul punctelor situate mai sus de planul de referință, deplasarea se face către marginile aerofotogramei, iar în cazul punctelor aflate sub planul de referință, ea se face către punctul central.

Fiind direct proporțională cu înălțimea obiectului, deplasarea radială poate fi utilizată pentru calcularea acesteia. În general însă deplasarea radială constituie o deformare a imaginii reale și creează dificultăți cînd trebuie stabilite coordonatele plane ale punctelor deplasate sau cînd se fac măsurători de distanțe. De aceea este de dorit să se elimine efectul deplasării radiale pentru a se obține reprezentarea planimetrică corectă a punctelor mai înalte sau mai joase decît planul de referință.

O aerofotogramă de pe care s-a înlăturat deplasarea radială oferă o reprezentare planimetrică corectă a tuturor detaliilor. Prin aceasta ea se aseamănă cu harta, care reprezintă o proiecție normală (ortogonală) a detaliilor pe planul de referință. O asemenea aerofotogramă este denumită *ortofotogramă* și ea redă poziția tuturor punctelor ca și cum acestea s-ar afla toate la nivelul planului de referință. Se înlătură astfel efectul de relief.

Realizarea ortofotogramelor, plecîndu-se de la aerofotograme nadirale, se face cu o aparatură specială, *ortofotoscop* (Topomat, în cazul fabricației Carl Zeiss-Jena), care efectuează o redresare diferențială prin

exploatarea modelului stereoscopic printr-un sistem de baleiaj. Modelul stereoscopic este explorat printr-o fantă de mici dimensiuni, cu un montaj care asigură deplasarea pe verticală în funcție de înălțimea reliefului și a obiectelor. În acest fel, imaginea proiectată prin fantă pe hîrtia fotografică este corectată, asigurîndu-se aducerea imaginii vîrfului obiectelor și a reliefului înalt în poziția planimetrică corectă.

Ortofotograma obținută poate prezenta unele lacune, căci obiectele înalte, prin deplasarea radială, au mascat alte obiecte de lîngă ele. De exemplu, o clădire mai înaltă poate masca o porțiune de stradă sau alte clădiri mai mici. Pentru a elimina acest neajuns este preferabil ca aerofotografierea să se fi făcut cu o cameră cu distanță focală mare, ceea ce reduce deplasarea radială. În unele cazuri se pot completa lacunele rămase pe ortofotogramă prin desenarea detaliilor care lipsesc.

Ortofotograma poate fi considerată o hartă în imagini, deoarece întrunește precizia hărții în redarea planimetriei și înlocuiește semnele convenționale prin imaginea verticală a obiectelor. Ea este mult mai bogată în detalii decît oricare hartă, întrucît redă tot ce a înregistrat camera de luat vederi. În multe situații, utilizarea ortofotogramei este mai avantajoasă, deoarece ea se realizează mai rapid și mai ieftin decît harta și redă o imagine mai completă a terenului.

Un cuplu de ortofotograme nu poate reda modelul stereoscopic al terenului deoarece lipsește fenomenul de paralaxă. Se poate crea însă un efect de paralaxă artificial prin prelucrarea uneia dintre ortofotograme și se obține modelul în relief al terenului.

Aerofotograma prelucrată poartă denumirea de *stereomat*. Deci, modelul stereoscopic se obține prin observarea la stereoscop a unei ortofotograme cu stereomatul corespunzător.

Aerofotogramele înclinate și oblice sînt cele obținute în cazul în care axul optic al camerei, în momentul aerofotografierii, face cu verticala un unghi mai mare de 3°. Cînd unghiul se menține între 3° și 15° aerofotogramele sînt considerate *înclinate*, iar cînd unghiul este mai mare de 15°, fără ca să fie reprezentată linia orizontului,

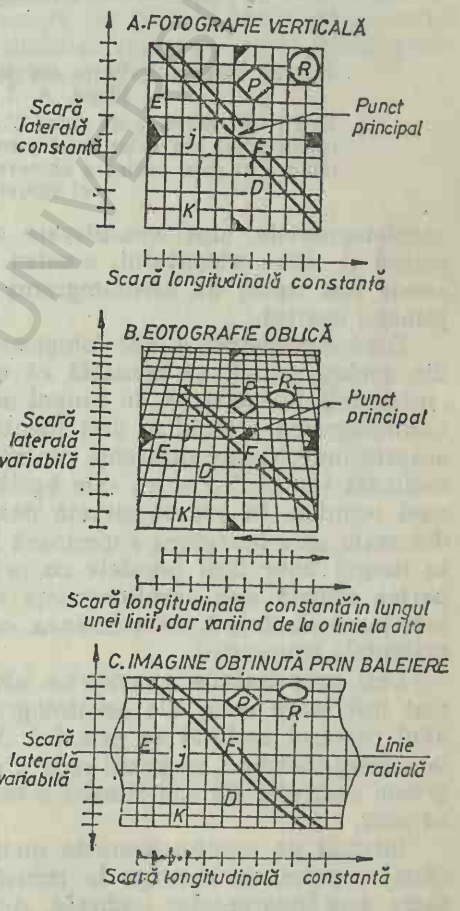


Fig. 30. Comparație între diverse tipuri de imagini aerofotogrammetrice ale suprafeței terestre (după J. I. Taylor și R. W. Stingelin).

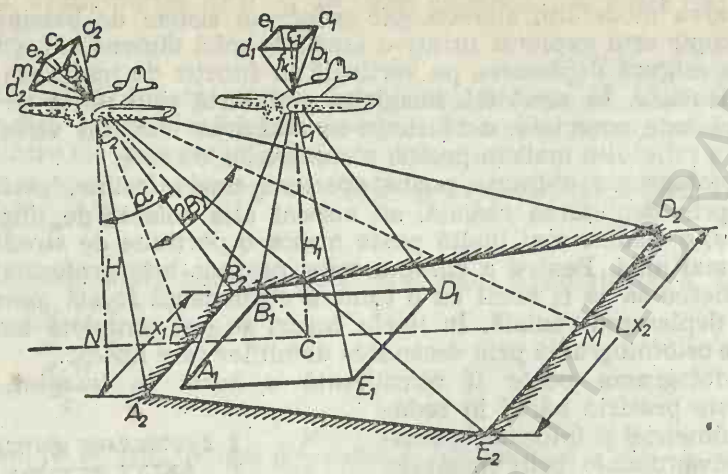


Fig. 31. Raportul dintre aerofotograma oblică și cea verticală (după A. I. Sersenî):

H, H_1 — înălțimea de zbor; C, C_1 și C, C_2 — punctele centrale (principale) ale celor două aerofotograme; α — unghiul de înclinare al axei optice a camerei; 2βγ — unghiul de deschidere al camerei oblice.

aerofotogramele sînt considerate *oblice*. Cînd pe aerofotograme este prinsă și linia orizontului, acestea sînt denumite *panoramice*. Pe toate aceste trei tipuri de aerofotograme punctul nadiral nu mai coincide cu punctul central.

Dacă considerăm o aerofotogramă înclinată și una nadirală efectuată din același punct, se constată că ele se întretaie după o linie numită, „orizontală izometrică". În lungul acestei linii, imaginile de pe cele două aerofotograme coincid și sînt identice. Pe măsură ce ne îndepărtăm de această linie, crește diferența dintre cele două imagini. Pe aerofotograma înclinată sau oblică scara este egală cu a celei nadirale numai în lungul axei comune. În partea situată deasupra aerofotogramei nadirale, scara descrește spre marginea superioară a aerofotogramei, rămînînd constantă în lungul unor linii paralele cu orizontala izometrică (axa comună). Pe partea situată sub aerofotograma nadirală scara crește către marginea inferioară rămînînd, de asemenea, constantă în lungul liniilor paralele cu orizontala izometrică.

Deși proprietățile geometrice ale aerofotogramelor înclinate și oblice sînt inferioare celor ale aerofotogramelor nadirale, aerofotografierea cu axul camerei înclinat se practică deoarece, pentru același format și de la aceeași înălțime, se poate reda o regiune mai întinsă decît pe aerofotograma nadirală. De aici rezultă o economie de material fotografic și timp de zbor.

Întrucît pe aerofotogramele înclinate și oblice nu se pot face măsurători precise, se recurge la transformarea lor în imagini corespunzătoare aerofotogramelor nadirale. Acest proces este cunoscut sub numele de *redresare*. În unele cazuri, redresarea comportă și eliminarea deplasării radiale.

Redresarea se poate face prin mai multe procedee. Procedeul *numeric*

(analitic) și cel *grafic* necesită redresarea punct cu punct a imaginii, ceea ce este foarte dificil. Mult mai rapidă și mai comodă este redresarea fotografică cu ajutorul unui *fotoredresator*. Acesta se aseamănă cu un aparat de mărit fotografii, la care clișeul este așezat orizontal, dar masa de proiecție împreună cu hîrtia pe care se face copia fotografică este adusă în poziția pe care a avut-o clișeul în momentul aerofotografierii. În felul acesta, copia fotografică este corespunzătoare unei aerofotograme nadirale. O asemenea redresare poate fi combinată și cu o corectare a scării aerofotogramei, ceea ce este necesar cînd se întocmește un mozaic controlat.

Așezarea corectă a hîrtiei fotografice se face fie prin cunoașterea unghiului de înclinare pe care l-a avut axa optică a camerei în momentul aerofotografierii, fie prin alegerea a cel puțin trei puncte a căror poziție planimetrică se cunoaște (coordonatele X, Y) și care pot fi identificate pe imaginea fotografică. Plasînd pe masa de proiecție un suport pe care au fost trecute corect (la scară, în locurile corespunzătoare) cele trei puncte, se dă mesei înclinarea necesară, pentru ca imaginile celor trei detalii să coincidă cu punctele raportate pe suport. Se fixează masa de proiecție și se așază hîrtia fotografică, executîndu-se copierea cu imaginea fotografică redresată. Se obține simultan și corecția de scară.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY

III.
EXPLOATAREA AEROFOTOGRAMELOR

III.1. LUCRĂRI PREGĂTITOARE PENTRU FOTOINTERPRETAREA GEOGRAFICĂ

Fotointerpretarea geografică este precedată de o *fază de pregătire*, în timpul căreia au loc o serie de operații preliminare al căror scop principal este asigurarea bazei sau fondului de materiale fotogrammetrice și a cadrului documentar și informativ asupra regiunii care face obiectul cercetării. Exigența și competența manifestată cu prilejul lucrărilor pregătitoare contribuie, într-o măsură apreciabilă, la obținerea unor rezultate eficiente în procesul fotointerpretării geografice. Calitatea executării operațiilor de pregătire reflectă și nivelul de referință (de instruire) al cercetătorului.

III.1.1. Alegerea tipului de materiale fotogrammetrice

Lucrările de fotointerpretare, datorită specificului lor, condiționează selecționarea tipului de materiale fotogrammetrice din mai multe puncte de vedere și anume:

— *Stabilirea tipului de material fotogrammetric în funcție de unghiul de aerofotografiere* este dictată de o serie de factori cum sînt: obiectivul fotointerpretării geografice; particularitățile peisajului geografic; perioada din an și intervalul din zi cînd s-a efectuat ridicarea aerofotogrammetrică; tipul de analiză fotointerpretativă și felul măsurătorilor care se vor face pe aerofotograme ș.a. Ca urmare, se vor alege, ca tip de imagini, cele *nadirale, înclinate, oblice, panoramice*. În funcție de cerințele fotointerpretării, se vor alege unul sau mai multe dintre tipurile de imagini menționate, stabilindu-se, pe bază de fișe de sarcini, destinația fiecărei categorii de material aerofotogrammetric. De exemplu, *aerofotograma panoramică* redă o imagine mai cuprinzătoare asupra peisajului geografic, deoarece ea realizează efectul de profunzime al terenului. *Aerofotograma oblică joasă* are capacitatea de exprimare mai directă a liniilor și trăsăturilor mari ale imaginii în plan, cît și a înălțimii obiectelor, constituind o bază de lucru cu randament sporit pentru fotointerpretarea elementelor fizico-geografice și a celor de antropizare (analiza versanților și a degradărilor de teren din cadrul acestora; prospectarea caracteristicilor care vizează probleme de sistematizare, urbanizare etc.). *Aerofotograma nadirală (verticală)* este mai utilă în situațiile regiunilor cu relief înalt și

puternic fragmentat pe verticală, deoarece atenuează unele efecte de exagerare aparentă a înălțimii obiectelor și a înfățișării de ansamblu a formelor de relief.

— *Alegerea categoriei de imagine pe film sau aerofotogramă* este condiționată de specificul sarcinii fotointerpretării, metodologia, instrumentația și aparatura utilizate în analiza geografică etc. Datorită calităților optice caracteristice, filmele fotogrammetrice oferă, prin iluminarea și puterea de mărire a instrumentelor și aparatelor de fotointerpretare, un grad ridicat de claritate și observare detaliată a terenului. La rîndul lor, aerofotogramele, cu diferite intensități și contraste de lumină și culoare asigurate prin procesul de copiere de pe filme în laborator, sînt în măsură să ofere o altă gamă de valențe pentru informarea și analiza geografică. Timpul de expunere în momentul copierii, tipul de hîrtie sensibilă, scara de proporție ș.a. intervin în privința înzestrării fotogramelor aeriene cu anumite calități proprii al căror efect îndeplinește un rol important în procesul fotointerpretării geografice generale și selective. De exemplu, identificarea anumitor tipuri de soluri, cît și condițiile lor de umezire și degradare se face în condiții bune pe fotogramele aeriene cu un anumit contrast, luminozitate, grad de reflexie etc. Identificarea liniilor de contur de mai mare dificultate și a detaliilor foarte mici este mult ușurată cînd se folosesc pentru fotointerpretare filmele fotogrammetrice.

— *Stabilirea naturii cromatice a materialului fotogrammetric* îndeplinește o funcție concretă în obținerea rezultatelor de un anumit gen în fotointerpretare. Filmele și aerofotogramele alb-negru, color, în infraroșu și spectrozonale se caracterizează, fiecare, printr-o gamă specifică de valori și avantaje, pe care le oferă în analiza fotointerpretativă. Participarea diferențiată a acestora este în măsură să satisfacă cerințe cît mai numeroase ale analizei geografice, însușirea cromatică a materialelor aerofotogrammetrice asigurînd o cunoaștere selectivă și de un anumit specific a caracterelor peisagistice din cadrul unui teritoriu. Dacă imaginile aerofotogrammetrice alb-negru rezolvă, prin folosirea lor pe scară largă, o cunoaștere și interpretare cuprinzătoare ca problematică, materialele color, în infraroșu și spectrozonale permit cercetării geografice să pătrundă mai departe, în domeniul sesizării anumitor amănunte de un mare rafinament și a unor caracteristici de mediu ambiant care nu sînt vizibile pe filmele și aerofotogramele alb-negru. Imaginile color dau o precizie foarte mare fotointerpretării pedogeografice, fitogeografice, analizei modului de utilizare a terenurilor etc. Imaginile în infraroșu, datorită calităților pe care le au, ca urmare a efectului radiațiilor de penetrație, oferă cercetării geografice informații importante de ordin meteorologic (nebulozitate, transparență atmosferică și grad de poluare a aerului, poziția și dinamica centrelor barice de acțiune ș.a.) și hidrologic (turbiditatea și poluarea apelor, dinamica în cadrul deltelor, aspecte privind sedimentările în zonele de țărmuri, în punctele de confluență etc.). Filmul și aerofotograma spectrozonală reprezintă materiale deosebit de valoroase pentru fotointerpretarea geografică. De exemplu, analiza exactă a tipurilor de vegetație, a stării fenologice a plantelor de cultură, deosebirea pășunilor de poieni și culturi de fîneață, distingerea anumitor categorii de căi de comunicație, observarea zonelor de poluare în mediile lor specifice

de producere şi manifestare (atmosferă, ape, soluri, vegetaţie etc.) ş.a.m.d. este mult înlesnită de valorificarea prin interpretare a imaginilor spectrozonale.

III.1.2. Indexarea materialului fotogrammetric

Volumul mare şi diversificat de materiale, care pot fi valorificate în timpul aerofotointerpretării geografice, trebuie ordonat, grupat şi păstrat în aşa fel încît să fie operativ utilizat şi manipulat la nevoie.

Ordonarea constă în separarea materialului pe trapeze stereografice sau Gauss, acestea verificîndu-se cu bazele topografice şi mozaicurile corespunzătoare. Pe mapele în care se ordonează aerofotogramele pe trapeze geodezice se pot înscrie şi denumirile geografice ale arealelor pe care acestea le reprezintă. Pentru fiecare trapez se verifică cu ajutorul mozaicului succesiunea benzilor de aerofotograme, continuitatea lor pe anumite aliniamente, cît şi racordarea dintre benzile fotogrammetrice. Pe fişe se notează golurile sau lipsa de imagini posibile în fiecare dintre benzi. Pentru mai multă operativitate în cunoaşterea pe moment a golurilor de imagini, numărul de ordine al acestora poate să fie menţionat pe banderola în care se triază separat fiecare bandă.

Gruparea materialelor se realizează în mai multe privinţe. Ţinînd seama de un anumit principiu de individualizare regională, gruparea imaginilor se poate face pe unităţi şi subunităţi fizico-geografice, economico-geografice, administrativ-teritoriale. Dacă este nevoie se pot întocmi diferite fotoasamblaje, pentru perimetre determinate, astfel ca într-un timp foarte scurt acestea să fie desfăşurate pe masa de lucru. Gruparea materialelor este posibilă şi sub aspectul separării filmelor de aerofotograme sau diferenţiind imaginile alb-negru de cele color, în infraroşu şi spectrozonale. De asemenea, formatul (mărimea) aerofotogramelor condiţionează gruparea lor şi din acest punct de vedere. Atunci cînd documentaţia fotogrammetrică aparţine mai multor zboruri, se operează şi o grupare pe ani de zboruri. Se uşurează, prin această modalitate, folosirea imediată a unui zbor şi compararea zborurilor fotogrammetrice între ele, atunci cînd se urmăresc schimbări în timp şi spaţiu, petrecute într-un peisaj geografic.

III.1.3. Delimitarea suprafeţei utile (efective) pentru fotointerpretare

Prospectarea prin fotointerpretare este anticipată de operaţia prin care se delimitează, pe materialele de lucru, suprafaţa utilă, înţelegînd prin aceasta perimetrul care corespunde spaţiului geografic destinat analizei. Individualizarea suprafeţei utile trebuie concepută sub mai multe aspecte (fig. 32).

Astfel:

— Pe fiecare aerofotogramă se poate delimita, convenţional, un areal din partea centrală care va fi studiat. Pe aerofotogramele vecine, acest areal nu se va include în suprafaţa utilă.

— Pe un fotoasamblaj se trasează, direct pe aerofotograme racordate, pe fotoplan etc., limita zonei care interesează, ori, pe o coală de material transparent aplicat deasupra materialului fotogrametric, se creionează limitele regiunii pentru fotointerpretare.

— Din arealul suprafeței utile se poate întîmpla să lipsească unele porțiuni, ca urmare a prezenței golurilor fotogrammetrice, suplinirea acestora făcîndu-se cu imagini de la alte zboruri, eventual la alte scări de aerofotografiere comparabile sau apropiate ca valoare metrică (scări apropiate).

— Delimitarea suprafeței utile poate fi modificată datorită calității necorespunzătoare a unora dintre imaginile aerofotogrammetrice, acestea prezentînd dificultăți de claritate optică. Ca urmare, dimensiunea arealului de teren nu va mai corespunde cu aceea a suprafeței utile, adică proprie cerințelor pentru aerofotointerpretarea geografică.

— Identificarea suprafeței utile cu situația din teren și baza topografică la scara cea mai apropiată este necesară în vederea unei mai bune precizări a spațiului delimitat și a stabilirii elementelor de reper (cote altimetrice, aliniamente de sectoare interfluviale, poziția localităților etc.), care vor veni în sprijinul fotointerpretării geografice.

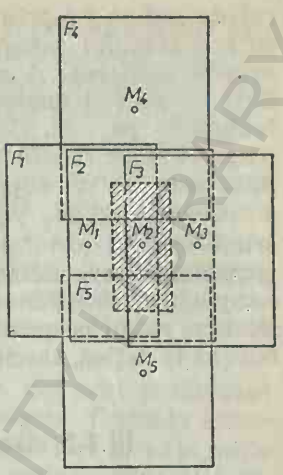


Fig. 32. Suprapunerea aerofotogramelor vecine și delimitarea ariei utile (efective):

F_1, F_2, F_3, F_4, F_5 — *aerofotograme învecinate;* M_1, M_2, M_3, M_4, M_5 — *punctele centrale (principale) ale aerofotogramelor; haşurat — aria utilă delimitată pe aerofotograma* F_2.

III.1.4. Realizarea fotoasamblajelor

Asamblajele fotogrammetrice, filmele și aerofotogramele se obțin de la instituțiile specializate în probleme de fotogrammetrie, în raport cu cerințele fotointerpretării geografice. Gradul de complexitate al fotoasamblajelor ca și sursele lor de proveniență sînt diferite.

Fotoasamblajele expeditive, în privința modului de realizare, așa cum sînt *cuplurile stereoscopice, benzile sau seriile, mozaicurile, fotoschemele* etc., se pot întocmi expeditiv. Cuplurile stereoscopice (stereogramele) se obțin grupînd perechi de imagini fotogrammetrice succesive, iar benzile se obțin racordînd mai multe aerofotograme în serie, așa cum ele au fost realizate pe o direcție de zbor fotogrammetric. Mozaicurile rezultă din asamblarea și racordarea laterală a două sau mai multor benzi pe o planșetă sau masă de lucru. Dacă acest asamblaj se refotografiază la o scară mai mică se obține un mozaic schemă, cu ajutorul căruia se pot întocmi expeditiv cupluri, benzi și mozaicuri alcătuite din imagini individuale. Pentru astfel de operații, gruparea și ordonarea materialului fotogrammetric se face pe baza numerelor de ordine înscrise pe imagini. Aceste numere de ordine, denumite și serii, sînt alcătuite din trei grupe de cifre: prima indică baza de aerofotografiere; a doua reprezintă numă-

rul de ordine propriu-zis, precizînd poziția imaginii în succesiunea executării filmului fotogrammetric; a treia specifică anul cînd s-a făcut aerofotografierea. Asamblarea aerofotogramelor se face în așa fel încît linia de zbor și unele detalii caracteristice să se continue de pe o aerofotogramă pe alta. Se decupează părțile care se suprapun, evitînd distrugerea unor detalii importante. Materialul astfel obținut se racordează, lipindu-se pe un suport potrivit. Rezultă astfel un *mozaic necontrolat.*

Fotoasamblajele redresate, așa cum sînt fotoschema, fotoplanul și ortofotoplanul (ortofotoharta), se obțin direct de la laboratoarele fotogrammetrice specializate, ele fiind un produs cu prelucrare tehnică mai complexă. Achiziționarea unor astfel de materiale se face într-un mod selectiv, avînd ca principii de stabilire a caracteristicilor pe care ele trebuie să le dețină, sarcinile puse în fața fotointerpretării.

III.1.5. Documentarea asupra regiunii și scopul fotointerpretării

Documentarea pentru fotointerpretare include mai multe direcții de informare, pe baza cărora se ajunge la o cunoaștere prealabilă a caracterelor geografice regionale. Informarea pornește, în principal, de la sursele de materiale fotogrammetrice existente, asupra cărora se face o privire de ansamblu, și de la corelarea acestora cu observații pe teren, anumite identificări și reperări la fața locului, confruntarea cu planurile topografice, completarea cu date extrase din bibliografie etc. Toate rezultatele și concluziile obținute prin documentare sînt sistematizate în raport de problematica care urmează să fie analizată și rezolvată prin fotointerpretare. Se ajunge, în acest fel, la ordonarea și conturarea mai exactă a elementelor de geografie regională, care trebuie urmărite și descifrate pe materialele fotogrammetrice. Se pot stabili categoriile de caractere geografice, care vor fi identificate în etapa fotointerpretării globale și cele care vor fi urmărite în faza de fotointerpretare selectivă. Problemele de fotointerpretare cantitativă se diferențiază în funcție de parametrii care vor fi măsurați pe fotograme: lungimi, lățimi, înălțimi, suprafețe, frecvențe, densități etc. Aspectele de fotointerpretare calitativă se axează, în principal, pe analiza caracterelor structurale ale fiecărei componente din cadrul peisajului geografic. Pentru materializarea rezultatelor fotointerpretării se prevăd tipurile de reprezentări grafice și cartografice care vor fi elaborate.

III.2. EXPLOATAREA FOTOGRAMMETRICĂ

III.2.1. Stereoscopie

Termenul derivă din două cuvinte grecești: stereos=solid și scopein=
=a cerceta, a examina. Mecanismul vederii stereoscopice a fost sesizat de Euclid (sec. III î.e.n.), care a constatat că cei doi ochi ai omului văd două imagini diferite ale aceluiași obiect. Bazele teoretice și aplicative ale

stereoscopiei au fost elaborate înaintea inventării fotografiei și au fost aplicate în artă. Primul aparat stereoscopic — un stereoscop cu oglinzi — a fost construit, în 1838, de fizicianul englez Charles Wheatstone. Privind prin acest instrument două imagini ale aceluiași obiect, observatorului i se crea impresia tridimensională a obiectului reprezentat.

Pentru a se putea crea acea iluzie optică pe care o numim *impresie de relief*, este necesar ca fotointerpretatorul să aibă vedere binoculară normală și ca imaginea obiectului să existe în două exemplare, realizate sub unghiuri de privire diferite, adică să reprezinte o *stereogramă*. Aceste două premise se întregesc cu o a treia, și anume să existe un instrument adecvat — *stereoscopul* — care să asigure ca fiecare ochi să primească numai imaginea corespunzătoare lui.

Analizorul vizual al omului este compus din cei doi ochi și sistemul de canale de transmisie la creier a informațiilor sesizate. Distanța interpupilară a ochilor (bază oculară) este, în medie, de 65 mm și ea permite separarea spațială a celor două imagini formate pe retina celor doi ochi. Această separare se poate demonstra ușor cu exerciții simple. Dacă privim un obiect din prim plan situat la distanța (B_1) cu ambii ochi, îl vedem în poziție statică. Închizînd alternativ ochiul drept și cel stîng se observă că, față de un reper *RR*, obiectul sare lateral la stînga, cînd privim cu ochiul drept, și la dreapta, cînd privim cu ochiul stîng. Mărind distanța obiectului față de ochi, la distanța *B*, observăm că distanța de „deplasare" a obiectului față de raportul din plan secundar se reduce, iar dacă micșorăm distanța față de obiect, deplasarea obiectului crește (fig. 33).

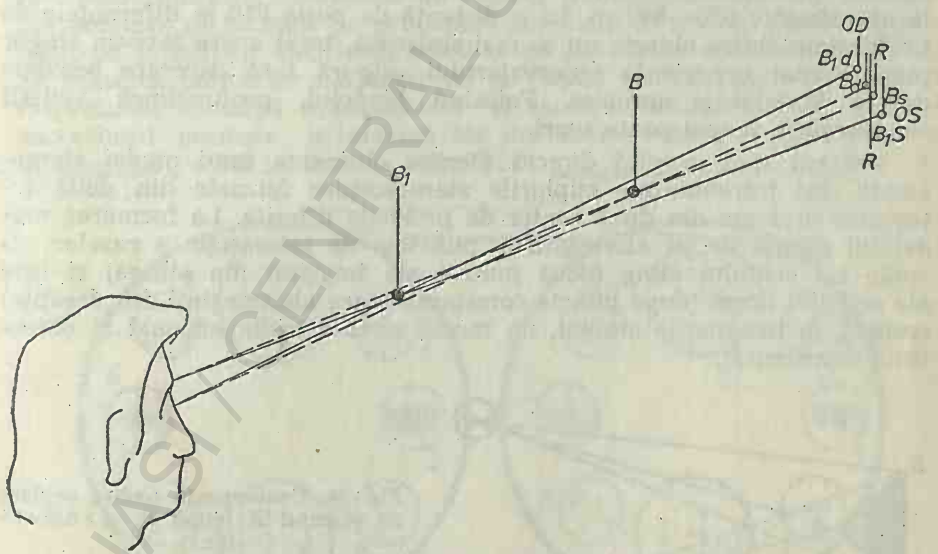


Fig. 33. Vederea binoculară:
B_1d, Bd — *imaginile obiectelor* B_1 *și* B *văzute cu ochiul drept;* B_1s, Bs — *imaginile obiectelor văzute cu ochiul stîng;* RR — *reper față de care se observă săritura imaginilor.*

Fenomenul natural al vederii binoculare se bazează pe trei adaptări ale analizorului vizual:

— *Acomodarea ochilor,* care constă în modificarea curburii cristalinului, respectiv reglarea distanței focale a ochilor, după distanța față de obiectul privit pentru obținerea unei imagini (fig. 34).

— *Convergența,* care constă în reglarea simultană a poziției axelor optice ale celor doi ochi în așa fel încît să se întîlnească pe obiectul privit. Intersectarea axelor ochilor se produce sub un unghi variabil, în funcție de distanța ochi-obiect. Cu cît obiectul este mai depărtat față de ochi, cu atît mai mic este unghiul de convergență și invers (fig. 34).

— *Fuziunea,* care reprezintă contopirea celor două imagini percepute de cei doi ochi într-o singură imagine tridimensională.

În afara adaptărilor amintite, perceperea vizual-spațială se mai caracterizează și prin alte trăsături, dintre care amintim pe cele mai importante:

— *Acuitatea monoculară,* reprezentînd posibilitatea de a distinge două puncte situate la o distanță foarte mică.

— *Pluricanalitatea,* adică posibilitatea de fixare și determinare simultană a unui număr mare de puncte, linii, areale, putîndu-se sesiza gama variațiunilor mici și mari de relief de pe suprafața privită.

— *Puterea separatoare* (puterea de rezolvare), care depinde de distanța la care se privește. În mod obișnuit, cea mai bună separare are loc la o distanță de 25 cm, reprezentînd distanța vederii normale.

— *Acuitatea vederii stereoscopice,* care este dată de diferența dintre unghiurile paralactice și unghiul de convergență. Ea este determinată de limita pînă la care poate fi sesizată diferența de profunzime a două obiecte. Profunzimea vederii stereoscopice (raza vederii) este limitată la aproximativ 550—850 m. La o distanță de peste 850 m diferențele de profunzime dintre obiecte nu se mai sesizează, totul apare într-un singur plan. Numai experiența observatorului asigură încă oarecare senzație despre depărtat și apropiat. Folosind binoclul, profunzimea vederii stereoscopice se mai poate spori.

Vederea stereoscopică directă. Pentru obținerea unui model stereoscopic sînt întrebuințate cuplurile stereoscopice formate din două fotograme preluate din două centre de proiecție diferite. La formarea modelului spațial de pe stereograme, punctele de intersecție a razelor vizuale ale ochiului stîng (două puncte ale imaginii din stînga) și cele ale ochiului drept (după puncte corespunzătoare ale imaginii din dreapta) creează, în imaginația omului, un model virtual tridimensional al obiectului reprezentat.

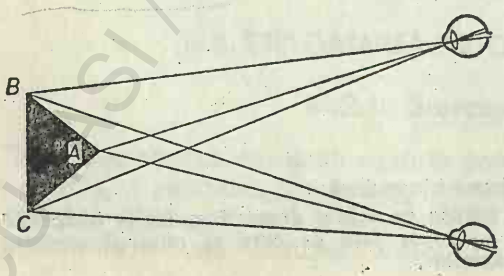


Fig. 34. Convergența axelor oculare pe obiectul *A* (după S. Schneider).

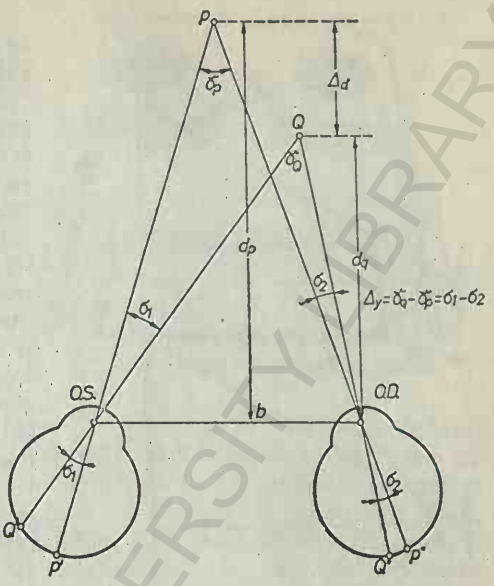


Fig. 35. Vedere stereoscopică naturală (după G. Márton și N. Zegheru):

P, Q — *puncte privite;* γ_p γ_q — *unghi de convergență;* b — *baza oculară (distanța interpupilară);* dp, dq — *distanțele de la punctele privite pînă la baza oculară;* Δd — *diferența de distanță dintre punctele privite;* P′, P″, Q′, Q″ — *imaginile pe retină ale punctelor privite;* σ_1, σ_2 — *distanța unghiulară dintre punctele P, Q;* Δy — *paralaxa unghiulară.*

În cazul acuității vizuale puternic diferențiate între cei doi ochi și care nu mai poate fi compensată prin lentile adiționale sau ochelari, vederea stereoscopică este dificilă sau imposibilă.

Pentru verificarea și exersarea capacității vederii stereoscopice, au fost elaborate diferite modele de control și exerciții (fig. 36). Întocmirea acestora se bazează pe principiul similitudinii sau al identității parțiale, pe principiul identității scării și pe principiul acoperirii de 100%. La plasarea punctelor conjugate de pe cuplul stereoscopic este necesară respectarea distanței interpupilare și așezarea imaginilor în ordinea succesiunii normale, inversarea lor ducînd la obținerea *pseudoscopiei* (ortoscopiei), adică inversarea reliefului.

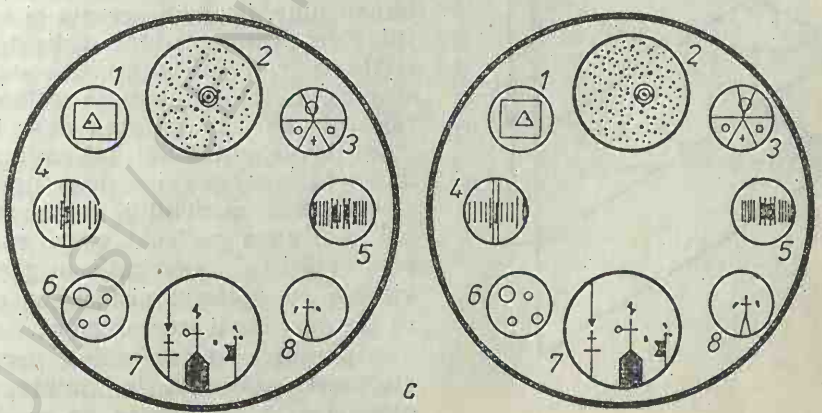


Fig. 36. Stereomodel pentru controlul acuității stereoscopice.

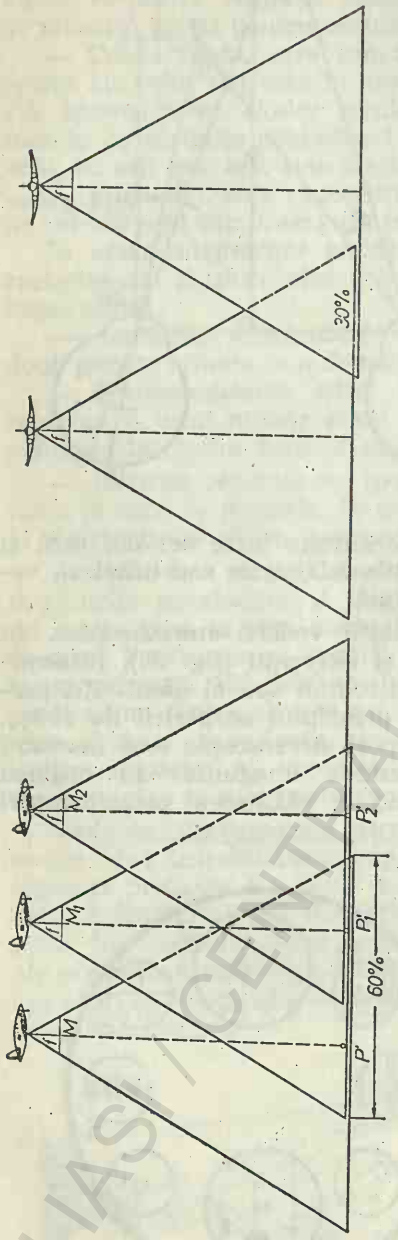


Fig. 37. Suprapunerea aerofotogramelor în lungul benzii și între benzile învecinate.

Stereograma (cuplul stereoscopic) este formată din două imagini ușor diferite ale unuia și aceluiași obiect (teren), fotografiat succesiv din două puncte de vizare diferite, la distanța corespunzătoare *bazei de aerofotografiere*. Cele două imagini nu sînt identice, prezentînd o paralaxă orizontală. Acoperirea de 60%, care se realizează în mod obișnuit între două fotograme aeriene succesive, asigură obținerea modelului stereoscopic pentru sectorul suprapus (fig. 37). Perceperea modelului tridimensional este asigurată de identitatea scării celor două imagini obținute de la aceeași înălțime de zbor. Aceasta este valabilă și pentru imaginile oblice, care trebuie să fie luate sub același unghi de înclinare a axului optic al camerei.

III.2.2. Aparatura de stereointerpretare

Față de analiza și descifrarea directă a aerofotogramelor, la care perceperea spațială poate fi doar imaginară (pe baza experienței, a cunoașterii perspectivei și a repartiției luminii și a umbrei), analiza și descifrarea instrumentală stereoscopică pune în evidență și cea de a treia dimensiune, iar prin aceasta și relieful. Pentru aceasta sînt utilizate diferite instrumente și aparate stereoscopice. Rolul lor este de a face ca fiecărui ochi să-i parvină doar imaginea corespunzătoare lui, asigurîndu-se fuzionarea celor două imagini și obținerea modelului tridimensional. Fuziunea perfectă apare numai prin mărirea capacității organelor vizuale cu ajutorul sistemelor optice ale aparaturii stereoscopice.

Aparatura stereoscopică permite efectuarea măsurătorilor liniare, planimetrice și altimetrice pe modelul stereoscopic. Cu ajutorul unor instru-

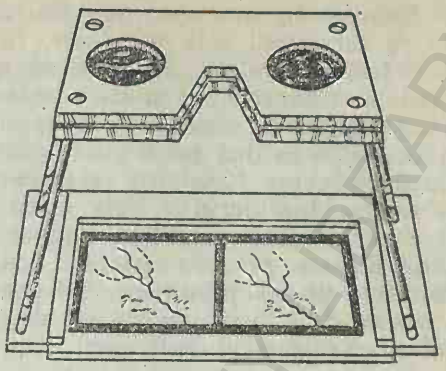


Fig. 38. Stereoscopul cu lentile (de buzunar).

mente-anexă (bara de paralaxă) se pot transpune, pe crochiuri, schiţe, planuri, detaliile planimetrice şi altimetrice detectate şi identificate pe stereomodel. În felul acesta, elementele calitative şi cantitative latente ale conţinutului aerofotogramelor pot fi transformate în informaţii utile.

Stereoscopul cu lentile este cel mai simplu instrument de analiză stereoscopică. El este format dintr-o ramă-suport, în care sînt montate două lentile convergente cu centrul lor optic la o distanţă egală cu distanţa interpupilară medie. Acest instrument este portabil, are dimensiuni mici şi este uşor de manevrat, încît i se mai spune şi *stereoscop de buzunar*. Poate fi utilizat la descifrarea stereogramelor de format mic, 50×50 mm sau 50×100 mm. Dezavantajul lui este că nu poate fi util la examinarea fotogramelor de dimensiuni mai mari. În schimb, permite obţinerea modelelor stereoscopice după cuplurile tipărite în cărţi (fig. 38).

Stereoscopul cu oglinzi şi prisme are un corp prevăzut cu 4 picioare demontabile. Pe corpul-suport este montată o pereche de oglinzi înclinate cu 45° faţă de planşeta sau masa pe care se aşează aerofotogramele şi cu faţa spre planşetă. Două prisme cu reflexie totală preiau razele de lumină de la oglinzi şi le trimit spre ochi. Acest stereoscop măreşte cîmpul vizual, permiţînd examinarea aerofotogramelor de format mai mare.

Stereoscopul cu oglinzi şi lentile este asemănător cu precedentul, dar prismele sînt înlocuite cu oglinzi înclinate tot cu 45°, dar cu faţa orientată în sus, încît trimit lumina spre ochi. Deasupra acestor oglinzi, pe corpul stereoscopului, sînt montate două lentile de +2,75 dioptrii şi cu o putere de mărire de 1,3 ori. O montură suprapusă corpului stereoscopului permite plasarea unui binoclu demontabil, care mai măreşte imaginea încă de 3,5 ori. Cîmpul vizual este de 11×18 cm fiind potrivit pentru examinarea aerofotogramelor cu format de 18×18 cm şi acoperire de 60% (fig. 39).

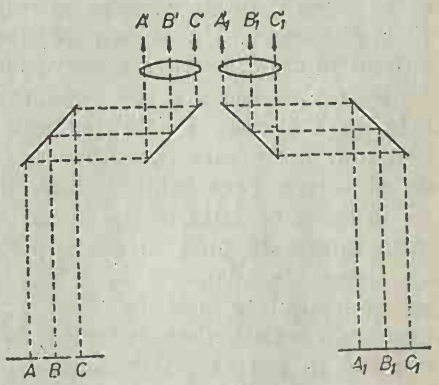


Fig. 39. Stereoscopul cu oglinzi.

Punerea în funcțiune se face montînd corpul pe cele 4 picioare, dintre care unul este telescopic, în vederea asigurării stabilității pe o suprafață denivelată. Se plasează montura binocularului și se pun la locul lor ocularele. Se așază aerofotogramele în poziția corespunzătoare pentru obținerea modelului stereoscopic, fără a face uz de binocular, ci acesta se înclină pentru a-l scoate din traiectoria razelor de lumină. După obținerea fuzionării celor două imagini în model tridimensional, se rabate binocularul și, privind cu fiecare ochi în parte, se rotește fiecare ocular pînă se obține claritatea maximă a imaginii fiecărui ochi. După aceea se privește cu ambii ochi și se mișcă o aerofotogramă pentru obținerea unei suprapuneri mai exacte a celor două imagini. Asigurînd o mărire de 3,5 ori, binocularul reduce cîmpul vizual la o suprafață circulară cu diametrul de 60 mm.

Un instrument — anexă al stereoscopului este *stereomicrometrul* (bara de paralaxă), care are o utilitate multiplă: permite măsurarea unor distanțe, a paralaxelor și ajută la desemnarea unor elemente de planimetrie ca și la trasarea curbelor de nivel după modelul stereoscopic. El se compune din următoarele părți: tijă telescopică gradată și cu un șurub micrometric cu scală gradată din 0,05 mm; 2 suporturi ale plăcuțelor transparente pe care sînt gravate cîte trei semne care, aduse în suprapunere, formează marca cu ajutorul căreia se explorează modelul tridimensional; dispozitivul de susținere a creionului, care înscrie pe o foaie de hîrtie drumul mărcilor în timpul explorării modelului stereoscopic. Bara de paralaxă permite măsurarea unor distanțe cu o precizie de 0,05 mm, prin citire directă pe scala micrometrului, și de 0,02 mm, prin estimare (v. fig. 47).

Interpretoscopul este un aparat cu o optică complexă, care poate servi atît la controlul calității imaginilor clișeelor originale, cît și la fotointerpretarea copiilor fotografice. Este alcătuit din două părți principale: o parte inferioară, care reprezintă suportul imaginilor, și o parte superioară, care conține sistemul optic și mecanismele de deplasare a obiectivelor și de măsurare a paralaxelor.

Partea inferioară are forma unei mese cu fața alcătuită din sticlă mată, pe care se sprijină aerofotogramele sau negativele. Lateral se pot atașa două bobine care permit utilizarea filmului original sau a unui film diapozitiv. Un sistem de iluminare cu tuburi fluorescente, plasate sub sticla mată, asigură observarea prin transparență.

Partea superioară are două tăblii laterale, care se sprijină pe partea inferioară și care susțin sistemul optic și de deplasare a obiectivelor. Sistemul optic este complicat dar are, ca părți principale, două perechi de obiective, care asigură două trepte de mărire a imaginii: una de la 2x la 6x și cealaltă de la 5x la 15x. Variația puterii de mărire de la limita inferioară pînă la cea superioară se face treptat. Două oculare, cu un sistem de adaptare de +5 dioptrii și cu posibilitatea reglării distanței interpupilare, asigură observarea imaginilor. La unele tipuri de interpretoscop există două perechi de oculare: una în partea anterioară și cealaltă în partea posterioară. În felul acesta se poate realiza cooperarea interdisciplinară și procesul didactic, căci două persoane pot observa simultan aceeași imagine.

Pentru a corija diferența prea mare de ton dintre cele două aerofotograme, un sistem de filtre permite reglarea luminozității imaginii fiecărei aerofotograme.

Aducerea imaginilor în suprapunere se realizează ușor datorită faptului că fiecare imagine poate fi rotită independent, aerofotograma rămînînd nemișcată, încît se asigură orientarea corectă a imaginilor. Mișcarea obiectivelor în axele OX și OY, cu ajutorul unor manete, contribuie la realizarea unei suprapuneri perfecte.

Întrucît odată cu creșterea puterii de mărire se produce o micșorare a cîmpului vizual, perechea de obiective poate fi deplasată în axele OX și OY fără ca poziția lor relativă unul față de altul să se modifice. Blocînd deplasarea în axa OY, se poate trece la măsurarea paralaxelor longitudinale cu ajutorul a două mărci gravate pe sistemul optic și care se deplasează relativ, odată cu deplasarea obiectivelor, unul față de altul, în axa OX. Precizia măsurătorii poate atinge 0,02 mm.

Formatul aerofotogramelor examinate poate varia de la valori mici pînă la 30×30 cm, cu acoperire de pînă la 75%.

III.2.3. Obținerea modelului stereoscopic

Cu ajutorul unei stereograme putem studia pe model stereoscopic doar acea parte a terenului care apare pe ambele aerofotograme. Pentru cercetarea stereoscopică a întregului cuprins al unei aerofotograme sînt necesare celelalte două aerofotograme învecinate, deci este necesar un triplet în care imaginea din mijloc este acoperită complet.

Operația de orientare a imaginilor din dubletul sau tripletul stereoscopic este precedată de determinarea și fixarea pe imagini a punctului principal (central).

Dat fiind faptul că în lungul unei benzi există o acoperire (suprapunere) de 50—60%, pe fiecare imagine apar, în afara punctului central propriu, încă două puncte caracteristice: copiile punctelor centrale ale aerofotogramelor vecine. Transferarea punctelor principale de pe aerofotogramele vecine se face folosind unele detalii caracteristice sau, mai rapid, sub stereoscop. După ce s-au aflat punctele centrale proprii (prin unirea indicilor marginali și obținerea intersecției care reprezintă punctul central), se așază cuplul de aerofotograme sub stereoscop în poziție potrivită, pentru ca imaginile să se suprapună perfect. Se ia un ac și se deplasează pe aerofotograma din dreapta pînă cînd vîrful său se suprapune pe imaginea semnului care marchează punctul central al aerofotogramei stîngi. Prin înțepare ușoară se marchează pe aerofotograma dreaptă copia punctului central al aerofotogramei stîngi. Se repetă operația pe cealaltă aerofotogramă obținîndu-se pe fiecare aerofotogramă punctul central propriu și cel transferat de pe imaginea vecină.

Pentru obținerea efectului stereoscopic, la așezarea sub stereoscop imaginile trebuie plasate în ordinea succesiunii de fotografiere. Prin simpla analiză vizuală a conținutului imaginilor se poate determina succesiunea lor. Astfel, dacă am identificat în partea centrală a imaginii un obiect care este reprezentat și pe celelalte două aerofotograme, în funcție de locul lui pe aerofotogramele învecinate, putem stabili ordinea

aerofotogramelor. Pe imaginea precedentă obiectul apare spre marginea dreaptă a aerofotogramei, iar pe imaginea următoare celei din mijloc el apare spre marginea stîngă.

Pentru obținerea rapidă a efectului de relief, aerofotograma stîngă se încadrează în cîmpul vizual al oglinzii din stînga stereoscopului. Se așază apoi aerofotograma din dreapta în cîmpul oglinzii din dreapta. Pe baza unor obiecte și puncte de reper, respectiv a punctelor centrale, căutăm să orientăm imaginea din dreapta conform celei din stînga. Operația se realizează prin deplasarea în plan și rotirea aerofotogramei din dreapta pînă cînd punctele sau contururile diferitelor obiecte se suprapun perfect.

Verificarea corectitudinii poziției aerofotogramelor se poate face în felul următor. Se află și se marchează, în prealabil, punctele centrale (principale) și se transpun de pe o aerofotogramă pe cealaltă. Dacă marcăm cu M_1 și respectiv M_2 punctele centrale, proprii fiecărei aerofotograme, atunci putem nota cu M_1' și M_2' punctele centrale transferate. Se unesc punctele centrale proprii cu cele transferate și se obține linia de zbor. La așezarea corectă a aerofotogramelor, privind prin stereoscop, se va vedea pe M_1 suprapus cu M_1', într-o imagine unică, suspendată deasupra modelului în relief. Liniile de zbor, trasate pe cele două aerofotograme, trebuie să se găsească pe același aliniament (fig. 40, 41).

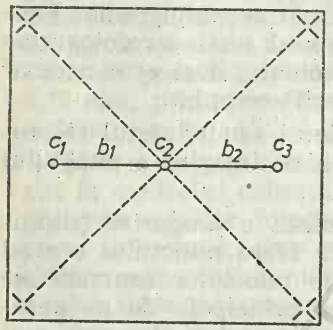
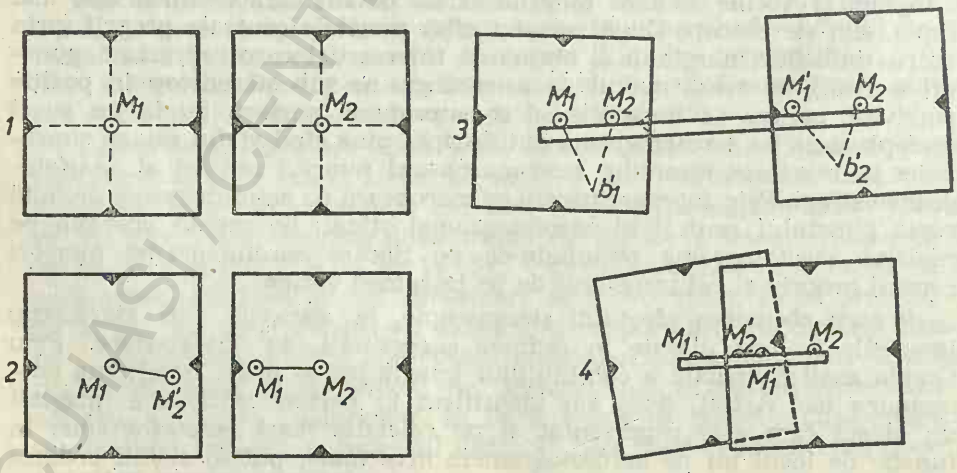


Fig. 40. Marcarea punctului central propriu (C_2) și a punctelor centrale transferate de pe aerofotogramele vecine (C_1, C_3). Trasarea liniei de zbor prin unirea celor trei puncte centrale (C_1, C_2, C_3). Măsurarea fotobazei $\left(b = \frac{b_1 + b_2}{2}\right)$.

Fig. 41. Aranjarea cuplului stereoscopic (stereofotogramă) (după S. Schneider, 1974).



Pentru evitarea deteriorării suprafeţei emulsiei, notările şi înregistrările tuturor semnelor se pot scrie pe spatele aerofotogramelor sau pe folie transparentă, aşezată în prealabil pe aerofotograme. Pot fi utilizate folii de bandatex de pe care se spală uşor orice inscripţie cu tuş sau cerneală. În acelaşi scop pot fi utilizate folii de celofan.

O ultimă observaţie privitoare la aşezarea aerofotogramelor este aceea că liniile de zbor trebuie să fie paralele cu axul longitudinal al stereoscopului. Cînd dispare paralelismul acesta, cele două imagini se separă pe direcţia OY.

Exagerarea verticală. Pe modelul în relief observăm că diferenţele de nivel şi înălţimea obiectelor sînt exagerate. Aceasta se datoreşte faptului că baza de aerofotografiere este cu mult mai mare decît distanţa interpupilară. Există unele formule empirice cu ajutorul cărora se poate calcula mărimea exagerării verticale pe modelul stereoscopic. Iată una din aceste formule:

$$e = \frac{dm}{di} : \frac{f}{s},$$

unde: e este mărimea exagerării verticale; di — distanţa interpupilară a fotointerpretului; dm — distanţa dintre marginile celor două aerofotograme suprapuse corect; f — distanţa focală a obiectivului camerei aerofotogrammetrice; s — distanţa focală a stereoscopului, măsurată de la centrul lentilei ocularului pînă la suportul pe care sînt plasate aerofotogramele. Toate distanţele amintite se exprimă în aceeaşi unitate de lungime (mm sau cm), iar e arată de cîte ori a fost exagerată înălţimea reliefului sau a unor obiecte. În realitate, exagerarea verticală scade în funcţie de puterea de mărire a lentilei şi ocularului stereoscopului.

În afară de utilizarea stereoscopului, mai există şi alte procedee de obţinere a stereomodelelor.

Obţinerea stereomodelului cu ajutorul anaglifelor. Rollman (1893) a demonstrat că, pe baza culorilor complementare, imaginile tridimensionale pot fi obţinute şi fără instrumente stereoscopice. Procedeul anaglific se bazează pe vederea binoculară a două imagini plane, în care cele două aerofotograme sînt tipărite aproape suprapus în culori complementare. De exemplu, o aerofotogramă este tipărită în roşu şi cealaltă în verde-albăstrui. Pentru stingerea culorilor se întrebuinţează ochelari cu lentile colorate la fel ca imaginile, numai că ochiul care trebuie să primească imaginea în roşu are lentile verzi-albăstrui pentru a anihila cealaltă imagine care nu îi este destinată lui. În felul acesta, fiecare ochi va primi doar imaginea corespunzătoare lui. Dar, pentru că

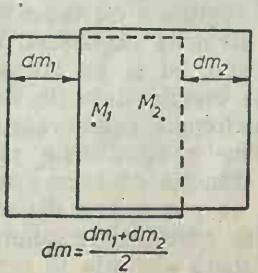


Fig. 42. Măsurarea distanţei dintre marginile aerofotogramelor suprapuse:
M_1, M_2 — *punctele centrale ale aerofotogramelor;* dm — *distanţa dintre marginile aerofotogramelor suprapuse.*

imaginea în roşu este văzută prin lentila verde-albăstruie şi invers, ochiul va percepe imaginile în cenuşiu-închis. Acest procedeu anaglific se numeşte *substractiv*, deoarece fiecare lentilă stinge imaginea imprimată în culoarea ei. Prin inversarea culorilor lentilelor se obţine fenomenul de *pseudoscopie*.

Obţinerea stereomodelului cu ajutorul luminii polarizate. Ambele imagini ale stereogramei se proiectează pe un ecran, dar cu lumină polarizată în planuri perpendiculare între ele. Privitorul foloseşte ochelari cu lentile polarizante, aşezate în aşa fel încît planul lor de polarizare să fie paralel cu cel al imaginii corespunzătoare ochiului respectiv. Se asigură astfel perceperea de către fiecare ochi numai a imaginii destinate lui. Acest procedeu permite şi vizionarea în colectiv a stereomodelelor.

Obţinerea stereomodelului cu ajutorul rasterului. O formă simplă de reprezentare în relief şi observare fără instrumente ajutătoare este aceea care utilizează reprezentarea în sistem raster. Suprafaţa pe care se imprimă imaginile nu este netedă, ci prezintă striaţii. Pe faţetele striaţiilor orientate spre ochiul stîng se imprimă imaginea corespunzătoare acestui ochi, iar pe faţetele orientate spre dreapta se imprimă imaginea corespunzătoare ochiului drept. Astfel, imaginile sînt formate din fîşii înguste alternative; o fîşie din imaginea stîngă şi apoi una din imaginea dreaptă. Dat fiind că spre fiecare ochi sînt orientate numai fîşiile din imaginea corespunzătoare lui, el nu va percepe decît această imagine. Se obţine stereomodelul prin simpla privire a imaginii raster, fără a fi nevoie de stereoscop sau ochelari speciali.

În realitate, procedeele anaglific, al luminii polarizate şi raster nu se utilizează în mod curent în fotointerpretare, ci doar în cazuri speciale. Utilizarea stereoscopului sau a altor instrumente şi aparate care funcţionează pe principiul stereoscopului rămîne calea obişnuită de examinare tridimensională a aerofotogramelor.

III.2.4. Măsurători planimetrice

Se pot efectua pe aerofotograme simple sau pe modele stereoscopice şi ele constau în determinări de distanţe dintre obiecte, lungimi, lăţimi şi areale ale acestora.

Măsurătorile lineare sînt cele uzuale în cartometrie, căci atît hărţile, cît şi aerofotogramele sînt reprezentări grafice, la scară, a suprafeţei terestre. Deci, orice procedeu de măsurare lineară presupune cunoaşterea scării aerofotogramelor.

În regiunile cu teren accidentat apare întotdeauna o distorsie a imaginii, datorită deplasării de relief (radiale). Aceasta se elimină pe ortofotograme ca şi pe stereomodel. În fotointerpretarea geografică se pot neglija erorile date de deplasarea de relief, dar în fotointerpretarea de geomorfologie inginerească trebuie să se ţină cont de ele şi atunci se vor face măsurătorile pe ortofotograme sau pe modele stereoscopice.

În funcţie de forma traseului în lungul căruia trebuie măsurată distanţa, se pot aplica diverse procedee de măsurare. Astfel, în cazul distanţelor rectilinii în plan orizontal se utilizează o *riglă* gradată cu care se măsoară distanţa în mm sau cm. Înmulţind valoarea citirii pe riglă cu

numitorul scării de proporție a aerofotogramei se obține distanța din teren în aceleași unități de măsură cu care s-a măsurat pe aerofotogramă. Se poate face apoi transformarea în unitățile de măsură dorite. Dacă se utilizează o riglă cu valori exprimate la scara aerofotogramei, se poate citi direct distanța din teren. Se poate folosi un compas distanțier, în deschiderea căruia se ia distanța dintre cele două puncte și apoi se pune compasul pe scara grafică citindu-se valoarea distanței de teren. Dacă deschiderea compasului nu cuprinde, dintr-o dată, distanța dintre cele două puncte, se face măsurarea pe porțiuni. Utilizarea scării grafice simple poate asigura o precizie de ± 1 mm. Pentru precizie mai mare se poate utiliza scara grafică compusă.

În cazul traseelor curbilinii (albii de rîuri, poteci, împrejmuiri etc.) nu se mai poate utiliza rigla. Măsurarea distanței se poate face cu ajutorul *distanțierului micrometric*, a cărui deschidere se poate stabili precis cu ajutorul unui șurub micrometric. Se fixează deschiderea distanțierului la o anumită valoare, în funcție de mărimea minimă a curburilor, și apoi se urmărește traseul, numărînd de cîte ori intră o deschidere întreagă și adăugînd fracțiunile. Calculul se face cu ajutorul numitorului scării sau se utilizează scara grafică.

Mai simplu se pot măsura distanțele pe trasee curbilinii cu ajutorul *curbimetrului*, dacă scara aerofotogramei este egală cu una din scările acestui instrument. Se urmărește traseul cu rotița curbimetrului și apoi se citește valoarea distanței pe cadranul scării corespunzătoare.

Dacă este necesar să se măsoare o distanță de pe un versant, atunci distanța măsurată pe aerofotogramă trebuie corectată, deoarece ea reprezintă doar distanța în plan orizontal și nu pe planul înclinat al versantului. Pentru aceasta este necesară cunoașterea diferenței de nivel dintre punctele extreme ale distanței (adică înălțimea unui triunghi dreptunghic în care ipotenuza este distanța pe versant, o catetă este distanța în plan orizontal, iar cealaltă catetă este diferența de nivel dintre extremități). Aceasta se poate determina cu ajutorul diferenței de paralaxă. Cunoscînd distanța pe orizontală și diferența de nivel, deci catetele triunghiului dreptunghic, aplicînd teorema lui Pitagora se află valoarea ipotenuzei:

$$L = \sqrt{d^2 + h^2}.$$

Cunoscînd panta versantului (i), se poate afla lungimea de pe versant cu ajutorul uneia dintre formulele următoare:

$$L = \frac{h}{\sin i} \text{ sau } L = \frac{d}{\cos i}.$$

Măsurătorile de areale sînt necesare în cazul determinării suprafeței unor porțiuni de teren cu anumite caracteristici. Astfel de unități terito-

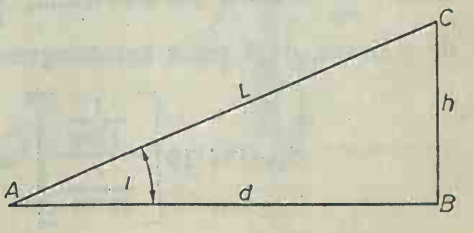


Fig. 43. Măsurarea distanțelor pe versanți:
L — *distanța pe versant;* d — *distanța pe orizontală;* h — *diferența de nivel dintre capetele distanței* L; i — *unghiul de pantă al versantului.*

riale pot fi delimitate prin liniile naturale (bazin hidrografic, lac, pod de terasă, pădure etc.) sau artificiale (împrejmuirea unei proprietăți, un lan, un cartier etc.).

La măsurarea arealelor, de asemenea, se face uz de procedeele cartometrice obișnuite. Astfel, dacă arealul are o figură geometrică regulată se aplică formula corespunzătoare măsurînd pe aerofotogramă elementele figurii (lungime, lățime, înălțime, bază) și utilizîndu-le în calcul (fie că se face transformarea lor la scară, fie că, mai simplu, se fac întîi calculele și se transformă la scară arealul aflat). În cazul în care forma arealului este mai complexă, se poate recurge la descompunerea lui în figuri geometrice simple și calcularea suprafeței fiecărei figuri în parte, iar prin însumare se află arealul total.

Utilizarea unui caroiaj desenat pe folie transparentă, în așa fel încît un carou să aibă aria corespunzătoare unei unități de măsură (ha, km², m² etc.), permite calcularea ariei unor terenuri de formă complexă. Fracțiunile de carou se însumează. În același sens se poate utiliza hîrtia milimetrică transparentă, dar trebuie calculată valoarea unui milimetru pătrat la scara aerofotogramei.

Pentru măsurarea mai rapidă a arealelor cu formă complexă, se poate recurge la aplicarea procedeului mecanic utilizînd *planimetrul polar*. Se reglează planimetrul la scara 1 : 1 000 și se plasează convenabil pe aerofotogramă. Se urmărește conturul arealului cu vîrful acului, după ce, în prealabil, tamburul a fost adus la valoarea 0. Urmărirea conturului se face în sensul acelor de ceasornic. Citirea se face în felul următor: valoarea miilor se citește pe cadran; sutele se citesc pe tambur împreună cu zecile; unitățile se citesc pe vernier.

Pentru a mări precizia măsurătorii se urmărește de două ori conturul arealului și se face media aritmetică a citirilor.

În cazul în care scara planimetrului coincide cu scara aerofotogramei, numărul de diviziuni citit (N_p) se înmulțește cu numărul de metri pătrați corespunzător unei diviziuni (n), care este indicat pentru planimetrul cu care se lucrează și se obține astfel suprafața terenului în m²: $S_1 = N_p \cdot n$. De exemplu, dacă s-au citit 154 diviziuni și $n = 10$, vom avea: $S_1 = 154 \cdot 10 = 1\,540$ m².

Cînd scările planimetrului și aerofotogramei nu coincid, produsul dintre N_p și n se înmulțește cu pătratul raportului scărilor:

$$S_2 = N_p \cdot n \left[\frac{\frac{1}{mp}}{\frac{1}{mf}} \right]^2,$$

unde: $\frac{1}{mp}$ = scara planimetrului; $\frac{1}{mf}$ = scara aerofotogramei. În cazul de mai sus, dacă scara aerofotogramei ar fi $\frac{1}{10\,000}$ s-ar obține:

$$S_2 = 154 \cdot 10 \left[\frac{\frac{1}{1\,000}}{\frac{1}{10\,000}} \right]^2 = 154 \cdot 10 \cdot 10^2 = 154\,000 \text{ m}^2.$$

BCU IAȘI / CENTRUL DE CARTOGRAFIE

III.2.5. Măsurători altimetrice

Acest tip de măsurători oferă deja date referitoare la obiecte tridimensionale, la care componenta înălțime interesează cel mai mult (înălțimea unor obiecte, a unor forme de relief, grosimea unor strate de roci, săritura unor falii etc.).

Pentru măsurători altimetrice, aerofotointerpretarea dispune de procedee proprii.

Măsurarea înălțimii obiectelor cu ajutorul umbrei. În acest scop, imaginile trebuie să fie preluate în acea parte a zilei în care efectul umbririi este maxim. Procedeul nu se poate folosi la determinarea altitudinii formelor de relief, ci numai la aflarea înălțimii unor obiecte izolate, pomi, coșuri de fabrică, turnuri etc.

În afară de înălțimea obiectului, asupra lungimii umbrei lui mai intervine momentul fotografierii (luna, ziua, ora) și latitudinea geografică care, împreună, condiționează înălțimea Soarelui deasupra orizontului (fig. 44). De asemenea, lungimea umbrei mai depinde de poziția suprafeței de teren pe care ea este proiectată.

Analizînd rolul poziției suprafeței pe care se proiectează umbra, putem constata că, la aceeași înălțime a Soarelui, lungimea umbrei variază în funcție de pantă și de orientarea versantului. Dacă pe o suprafață orizontală lungimea umbrei va fi egală cu unitatea (u), pe un versant cu expoziție sudică, la amiază, lungimea umbrei va fi ($u—n$), iar pe un versant cu expoziție nordică va fi ($u+n$). Valoarea lui n variază în raport invers proporțional cu panta versantului (v. și fig. 57).

Determinarea înălțimii obiectelor cu ajutorul umbrei se face în felul următor: se măsoară lungimea umbrei cu o riglă gradată; înălțimea Soarelui deasupra orizontului în momentul fotografierii se află din tabele astronomice în funcție de luna, ziua, ora fotografierii și latitudinea geografică a locului. Pentru calculul înălțimii se utilizează formula:

$$h = 1 \cdot m_f \cdot \operatorname{tg} i,$$

în care: h este înălțimea obiectului; m_f — numitorul scării aerofotogramei; i — unghiul care reprezintă înălțimea Soarelui deasupra orizontului; l — lungimea umbrei măsurate pe aerofotogramă.

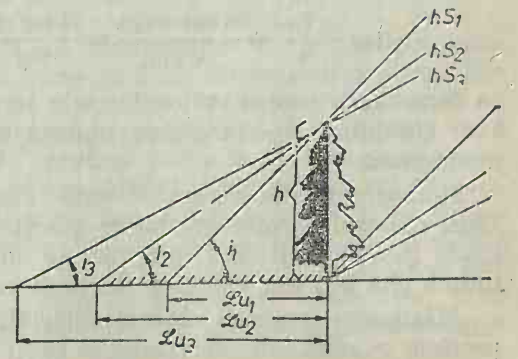


Fig. 44. Variația lungimii umbrei în funcție de înălțimea Soarelui deasupra orizontului (după A. Rusu).

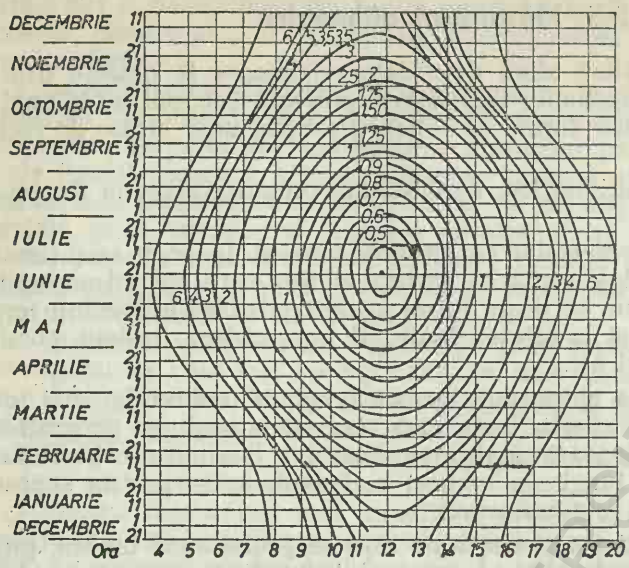


Fig. 45. Nomogramă pentru determinarea înălțimii obiectelor cu ajutorul lungimii umbrei (după P. Odry).

Valoarea înălțimii obiectelor cu ajutorul umbrei se poate determina utilizînd o nomogramă, în care pe axa OX sînt trecute orele, iar pe axa OY lunile și zilele, pentru a se putea stabili exact timpul în care s-a făcut fotografierea (fig. 45). Nomograma exprimă valoarea lungimii umbrei unei bare verticale cu înălțimea de 1 m în diferitele momente ale anului (lună, zi, oră), la o anumită latitudine. Știind timpul de fotografiere, se caută intersecția axelor corespunzătoare timpului fotografierii și se citește valoarea lungimii umbrei corespunzătoare înălțimii de 1 m. De exemplu, pe o aerofotogramă la scara 1 : 5 400 se măsoară lungimea umbrei unui coș de fabrică, constatîndu-se că este de 7 mm. Aerofotografierea s-a făcut la 6 august, orele 9 și 40 minute. Pe nomogramă se observă că abscisa decadei 1—11 august și ordonata orei 9 și 40 minute se intersectează în apropierea curbei de 0,8. Aceasta înseamnă că, în timpul fotografierii coșului, lungimea umbrei barei de 1 m era de 0,8 m. Pe baza acestor date putem calcula înălțimea coșului folosind următoarea formulă:

$$h = \frac{nf \cdot lu}{lb} = \frac{5\,400 \cdot 7\text{ mm}}{0{,}8\text{ m}} = \frac{5\,400 \cdot 7}{800} = 47\,250\text{ mm} = 47{,}25\text{ m}.$$

În formulă n_f este numitorul scării aerofotogramei; l_u — lungimea umbrei coșului; l_b — lungimea umbrei barei de 1 m înălțime, citită pe nomogramă.

Nomograma din figura 45 este întocmită pentru latitudinea de 46°. Dacă obiectul aerofotografiat se găsește la nord de această latitudine se scade (pentru latitudini mai mici se adună) pentru fiecare grad de latitudine cîte 6% din valoarea înălțimii calculate după nomogramă.

Măsurarea lungimii umbrei obiectelor se poate efectua cu mai multă precizie pe modelele stereoscopice decît pe aerofotograme singulare.

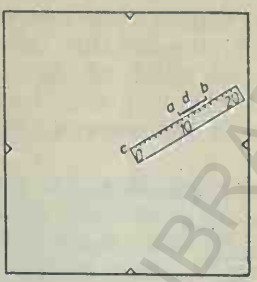


Fig. 46. Determinarea înălțimii unui obiect cu ajutorul deplasării radiale:
c — *punctul central (principal) al aerofotogramei;* ab — *mărimea deplasării radiale;* cb — *distanța de la punctul central pînă la imaginea vîrfului obiectului.*

Măsurarea înălțimii obiectelor cu ajutorul deplasării radiale. Se poate face utilizînd numai o singură aerofotogramă. Din formula deplasării radiale (vezi pagina 68) rezultă că:

$$h = \frac{d}{cb} H,$$

unde: h este înălțimea obiectului; cb — distanța de la punctul central pînă la imaginea vîrfului obiectului; d — mărimea deplasării radiale; H — înălțimea de zbor.

Determinarea se face în felul următor. Se ia o riglă gradată și se așază cu gradația 0 în punctul central al aerofotogramei, iar marginea gradată să fie paralelă cu marginea imaginii obiectului. Se măsoară distanța de la punctul central și pînă la vîrful obiectului, aflînd valoarea lui cb. Se măsoară apoi mărimea deplasării radiale (d) de la baza la vîrful obiectului (cb), păstrînd rigla în aceeași poziție. Înălțimea de zbor este dată pe aerofotogramă. Prin simpla înlocuire a valorilor în formulă și efectuarea calculelor se află înălțimea obiectului. Distanțele de pe aerofotogramă se exprimă în mm, iar înălțimea de zbor în metri și se obține înălțimea obiectului exprimată în metri (fig. 46).

Determinarea înălțimii obiectelor și altitudinii reliefului cu ajutorul diferenței de paralaxă. În sensul cel mai larg al noțiunii, paralaxa este mutarea, deplasarea relativă, a imaginii unui obiect în urma deplasării observatorului, adică în urma modificării unghiului de privire. La baza vederii stereoscopice stă paralaxa, căci imaginile celor doi ochi nu sînt identice, datorită distanței interpupilare de cca. 65 mm. În aerofotografiere, distanța interpupilară este înlocuită de baza de aerofotografiere (aerobază), care este cu mult mai mare. În acest caz, paralaxa este exagerată și de aici și exagerarea verticală a stereomodelului.

În imaginea virtuală a modelului stereoscopic distanțele punctelor analoage de pe aerofotograme nu corespund cu distanța dintre punctele centrale. Această diferență este, de fapt, *diferența de paralaxă* și ea se poate măsura cu ajutorul stereomicrometrului (bara de paralaxă) cu o precizie de 0,02 mm. Diferența de paralaxă poate fi utilizată la măsurarea înălțimii obiectelor deoarece ea este direct proporțională cu aceasta.

Pentru aflarea înălțimii unui obiect sau a diferenței de nivel dintre două puncte ale terenului este necesar să se afle diferența de paralaxă a bazei și vîrfului obiectului sau a celor două puncte din teren. Deci este necesar să se măsoare paralaxele punctelor superioare și ale celor inferioare între care vrem să măsurăm înălțimea. În acest scop se așază aerofotogramele sub stereoscop și se aduc imaginile în suprapunere perfectă.

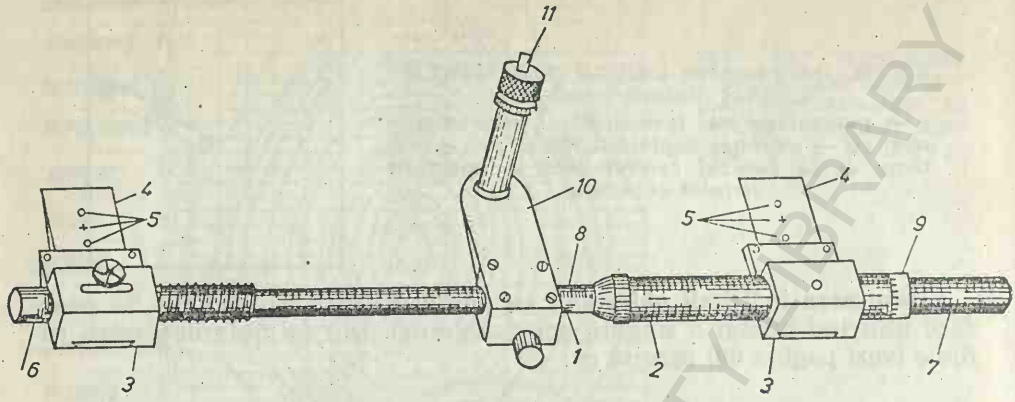


Fig. 47. Stereomicrometrul (bara de paralaxă):
1, 2 — *părţile barei telescopice;* 3 — *suporturile plăcuţelor transparente;* 4 — *plăcuţe transparente;* 5 — *semnele gravate pe plăcuţe;* 6 — *şurub pentru reglarea grosieră a distanţei dintre plăcuţe;* 7 — *şurub micrometric pentru reglarea distanţei dintre plăcuţe;* 8 — *diviziunile milimetrice pentru citirea distanţei dintre plăcuţe;* 9 — *tamburul pentru citirea zecimilor şi sutimilor de milimetru;* 10 — *suportul creionului;* 11 — *creion.*

Se plasează bara de paralaxă peste aerofotograme şi se manevrează şurubul micrometric, eventual şi şurubul din capătul stîng al barei, pînă cînd se aduc în suprapunere indicii de pe cele două plăcuţe şi se obţine o marcă unică (o singură cruciuliţă, un cerc sau un punct). Manevrînd şurubul micrometric spre înainte, se constată că marca urcă pe verticală. În felul acesta se aduce marca la nivelul vîrfului obiectului sau al punctului din teren a cărui înălţime vrem să o măsurăm. Se citeşte, pe tija barei de paralaxă, valoarea milimetrilor, iar pe tamburul micrometrului, valoarea zecimilor şi sutimilor de milimetru (cu aproximaţie de 0,02 mi-

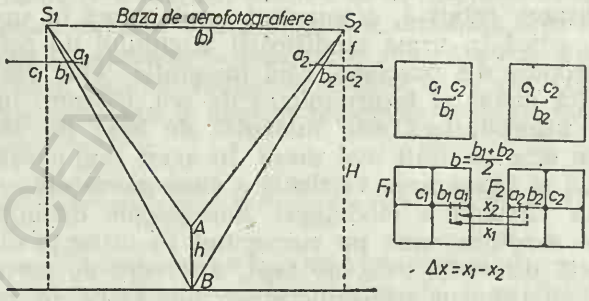


Fig. 48. Măsurarea diferenţei de paralaxă:
F_1, F_2 — *aerofotogramele care alcătuiesc cuplul stereoscopic (stereofotograma);* c_1, c_2 — *punctele centrale ale aerofotogramelor;* A — *vîrful obiectului din teren;* B — *baza obiectului;* a_1, a_2 — *imaginile vîrfului obiectului pe aerofotograme;* b_1, b_2 — *imaginile bazei obiectului;* H — *înălţimea de zbor;* f — *distanţa focală a camerei;* b — *aerobaza;* S_1, S_2 — *punctele de aerofotografiere;* h — *înălţimea obiectului* AB.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

limetri). După notarea valorilor citite, se manevrează spre înapoi tamburul micrometrului și marca coboară pe verticală, aducînd-o la nivelul bazei obiectului sau a punctului inferior din teren. Se citesc din nou valorile paralaxei obținîndu-se valori mai mici ca cele precedente. O simplă scădere a valorilor celei de a doua citiri din precedentele dă mărimea diferenței de paralaxă (Δx).

Menționăm că diferența de paralaxă (Δx) este diferența geometrică a coordonatelor vîrfului și respectiv bazei obiectului. De aceea, în cazul în care deplasarea vîrfului imaginii s-a făcut spre stînga, față de baza obiectului, se va scădea paralaxa vîrfului din paralaxa bazei. În practică, se va scădea valoarea mai mică din cea mai mare pentru ca diferența să aibă semn pozitiv.

Paralaxele sînt considerate numai în lungul axei OX și de aceea se numesc *paralaxe longitudinale*. În cazul în care se constată deplasări în lungul axei OY, *există paralaxe transversale* și înseamnă că modelul stereoscopic nu este realizat perfect.

Odată obținută valoarea diferenței de paralaxă, se poate trece la calcularea înălțimii obiectului sau a diferenței de nivel.

Pentru calcularea înălțimii se utilizează următoarea formulă:

$$h = \frac{\Delta x}{b + \Delta x} H,$$

unde: h este înălțimea obiectului sau diferența de nivel; Δx — diferența de paralaxă; b — fotobaza; H — înălțimea de zbor.

În această formulă b și Δx se exprimă în milimetri, iar H și h se exprimă în metri. Dacă Δx este mult mai mic decît b, el se poate neglija la numitor și formula devine:

$$h = \frac{\Delta x}{b} H.$$

Dacă nu este dată pe aerofotogramă, înălțimea de zbor se poate calcula după formula:

$$H = \frac{m}{f},$$

unde: m este numitorul scării aerofotogramei; f — distanța focală a obiectivului camerei de luat vederi.

Fotobaza *(b)* se măsoară pe stereogramă ca distanță dintre punctele centrale proprii și cele transferate de pe aerofotogramele vecine (vezi pag. 84).

La un stereomodel dat, relația dintre H și b este constantă (K), astfel încît se poate scrie:

$$h = \Delta x \cdot K,$$

unde: $K = \frac{H}{b}$.

Pentru eliminarea calculelor, ne putem servi de o nomogramă care are pe ordonată valorile lui H și h, în metri, iar pe o linie oblică, valorile lui b și Δx, în milimetri. Punînd o riglă sau o bandă de hîrtie prin valoarea înălțimii se zbor și a diferenței de paralaxă, se află un punct pe ordonata paralelă cu cea a înălțimilor; din acest punct se duce o

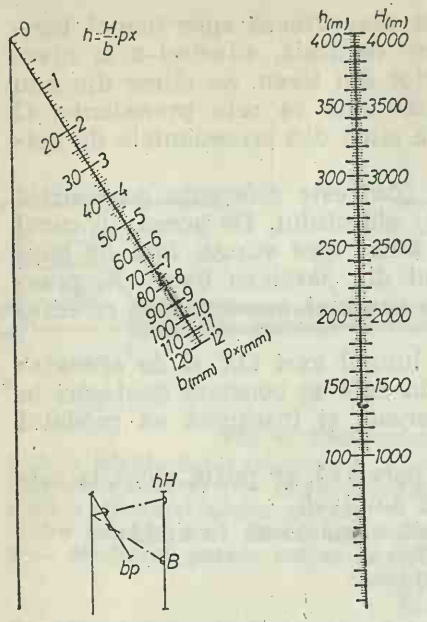


Fig. 49. Nomogramă pentru determinarea înălțimii obiectelor cu ajutorul diferenței de paralaxă (după S. Schneider, 1974):
H — *înălțimea de zbor;* h — *înălțimea obiectului;* px — *diferența de paralaxă;* b — *fotobaza.*

dreaptă prin valoarea fotobazei și se ajunge să se intersecteze valoarea înălțimii obiectului.

Determinarea pantelor. Se poate face cu ajutorul stereocomparatorului de pantă. Acesta este un stereoscop care are o anexă asemănătoare cu bara de paralaxă, dar ale cărui plăcuțe pot fi înclinate pînă la verticală. Pe un semicerc gradat se poate citi valoarea înclinării plăcuțelor.

După așezarea stereogramei și obținerea modelului tridimensional, se aduc în suprapunere imaginile plăcuțelor și acestea se înclină pentru a aduce imaginea lor la înclinarea versantului a cărui pantă trebuie măsurată. Cînd imaginea plăcuțelor se așterne pe imaginea versantului, se fixează plăcuțele și se citește, pe semicercul gradat, valoarea înclinării (unghiul dintre plăcuțe și planul orizontal). Aceasta este valoarea *pantei aparente* a modelului stereoscopic exagerat pe verticală. Împărțind valoarea pantei aparente la mărimea (factorul) exagerării verticale a stereomodelului se obține valoarea *pantei reale* a reliefului (pentru aflarea mărimii exagerării verticale vezi III.2.3.).

Determinarea pantei se mai poate face folosind diferența de nivel dintre partea inferioară și cea superioară a versantului și distanța orizontală dintre aceste puncte, după formula:

$$\operatorname{tg} i = \frac{h}{d},$$

unde: i este unghiul de pantă; h — diferența de nivel dintre partea inferioară și cea superioară a versantului; d — distanța orizontală dintre extremitățile versantului.

Dar cum $h = \Delta x \cdot K$, se poate scrie: $\operatorname{tg} i = \frac{\Delta x}{d} K$.

Unghiul de pantă se mai poate calcula cu ajutorul unei nomograme întocmită de A. I. Pavlovici și B. B. Komarov. Eroarea citirii valorii pantei la această monogramă este, în medie, de $\pm 2°$—$3°$.

În această nomogramă, d este distanța de la centrul imaginii la partea superioară a versantului măsurat; f_k — distanța focală a camerei; Δx — diferența de paralaxă dintre baza și partea superioară a versantului; b — fotobaza.

Se poate spune, deci, că exploatarea fotogrammetrică a aerofotogramelor izolate și a stereomodelelor poate furniza toate datele dimensionale asupra obiectelor și reliefului reprezentate pe fotogramele aeriene.

III.3. EXPLOATAREA PRIN FOTOINTERPRETARE

Dacă în procesul de analiză fotogrammetrică accentul se pune pe cunoașterea *elementelor metrice-cantitative*, în fotointerpretare se urmărește analiza, cunoașterea și exploatarea, în primul rînd a *indicilor* și *relațiilor calitative*. Fotointerpretarea geografică scoate la iveală conținutul bogat al aerofotogramelor, conform necesităților și punctelor de vedere ale științelor geografice sintetice sau de ramură. Deși aspectele urmărite se subordonează premisei *calitate*, fotointerpretarea nu poate neglija aspectele *cantitative* ale conținutului aerofotogramelor căci, la descifrare și analiză, interpretatorul se izbește de componenți caracterizați, printre altele, de *formă, dimensiune, relații spațiale*. Aceste caractere nu pot fi exprimate altfel decît prin determinarea *indicilor cantitativi* ai obiectelor și formelor cuprinse în imagine.

Procesul complex al aerofotointerpretării se compune din: *sesizarea*, înregistrarea senzorială prin analizorul vizual uman; *identificarea*, prelucrarea rațională prin creier; *determinarea* și *interpretarea*, prin procese logice — sistematice.

Fotointerpretator poate fi oricare specialist geograf. Calitatea conținutului imaginilor și natura metodologiei de aerofotointerpretare cere totuși o orientare în domeniul principiilor și tehnicilor de fotogrammetrie. Avîndu-se în vedere că „fotointerpretarea este, în general, încă tributară terenului" (N. Oprescu, 1961), recompensa muncii investite se garantează numai dacă activitatea de fotointerpretare nu este ruptă de realitatea terenului și dacă rezultatele obținute în laborator se verifică în teren.

III.3.1. Specificul fotointerpretării geografice

În fotointerpretarea geografică se aplică regulile, cunoștințele și procedeele generale de fotointerpretare dar apar unele trăsături specifice care decurg din caracteristicile obiectului de cercetare al geografiei.

Fotointerpretarea ca mod de aplicare a observației indirecte în geografie. Geografii obișnuiesc, de foarte multă vreme, să utilizeze observația indirectă, nefiind posibilă examinarea simultană a întregului obiect de cercetare și nici măcar a unor părți mai întinse ale lui. Fotograma aeriană a deschis noi posibilități pentru extinderea și, îndeosebi, pentru aprofundarea observației indirecte, căci ea se pretează foarte bine la efectuarea observațiilor geografice.

Fotointerpretarea geografică se ocupă de întinderi mari ale suprafeței terestre. În timp ce alte științe au obiecte de studiu cu întindere limitată, geografia are un obiect de întindere planetară. De obicei însă nu se poate studia obiectul geografiei în toată întinderea lui, ci este necesară o analiză a lui pe fragmente.

Studiile geografice vizează, de obicei, întinderi mari din suprafața planetei (de ordinul sutelor sau miilor de kilometri pătrați), care sînt reprezentate pe un număr mare de fotograme aeriene. Aceasta impune

o bună organizare a procesului de fotointerpretare pentru ordonarea și examinarea materialului aerofotogrammetric și pentru consemnarea informațiilor extrase.

În geografie se obișnuiește concretizarea rezultatelor în hărți tematice pentru care se folosește o bază cartografică existentă deja. De aceea, în fotointerpretarea geografică apare necesitatea transpunerii informațiilor de pe aerofotograme sau de pe modelele stereoscopice pe hărți. Aceasta face ca în fotointerpretarea geografică să se utilizeze aparate și procedee de transpunere pe hartă a detaliilor și nu numai cele folosite în dobîndirea informațiilor.

Fotointerpretarea geografică se referă la complexul de obiecte, procese și fenomene din stratul de interferență a geosferelor. Spre deosebire de alte aplicații ale fotointerpretării, în geografie ea se caracterizează prin aceea că, de obicei, nu se vizează numai o categorie restrînsă de fapte, ci întregul complex de obiecte, procese și fenomene care apar pe suprafața terestră și în preajma ei și sînt în strînsă interacțiune. Pe geograf nu îl interesează numai obiectele și procesele în sine, ci îndeosebi relațiile dintre ele. Or, dacă procesele și obiectele apar, mai mult sau mai puțin, clar reprezentate pe aerofotograme, relațiile sînt invizibile. Ele se pot deduce în special pe baza raporturilor spațiale dintre obiecte, procese, pe baza repartiției lor și a contextului în care sînt amplasate. De aceea, geograful nu poate rămîne numai la identificare ci, în mod obligatoriu, trebuie să treacă la interpretarea imaginilor.

Cum spațiul geografic este tridimensional, este necesar ca geograful să poată percepe și repartiția pe verticală a obiectelor și proceselor. De aici, necesitatea realizării și examinării modelului în relief al terenului, ceea ce se obține prin folosirea stereogramelor și a aparaturii adecvate.

Fotointerpretarea geografică explorează atît elemente naturale, cît și elemente de ordin socio-economic. În timp ce unele științe se ocupă numai de elemente naturale sau numai de elemente sociale, geografia studiază ambele categorii în interacțiunea lor. Dar, îndeosebi, cele de ordin social nu apar vizibile pe fotogramele aeriene și ele trebuie deduse din contextul imaginilor, ceea ce solicită mai mult imaginația, puterea de judecată și buna pregătire științifică a fotointerpretatorului.

Fotointerpretarea geografică are atît caracter calitativ, cît și caracter cantitativ. Cunoașterea geografică nu se poate limita doar la identificarea calitativă a obiectelor și proceselor, ci ea trece la aprecierea lor cantitativă. Măsurarea cît mai precisă a dimensiunilor obiectelor, a intensității proceselor și relațiilor dintre elementele geografice constituie o preocupare de seamă a geografiei. Cuantificarea este absolut necesară pentru caracterizarea geografică obiectivă. De aceea, în aerofotointerpretarea geografică se procedează la numărarea obiectelor, la măsurarea dimensiunilor lor (lungime, lățime, înălțime, volum, areal).

Pentru efectuarea măsurătorilor se recurge la unele instrumente și aparate, precum și la unele procedee elaborate în fotogrammetrie. De aici, legătura fotointerpretării cu fotogrammetria, cu atît mai strînsă, cu cît este nevoie și de transpunerea pe hartă a rezultatelor obținute, întocmindu-se hărți cu aceste rezultate.

III.3.2. Ergonomia procesului de fotointerpretare

Ca orice activitate științifică, fotointerpretarea geografică este o activitate complexă, un ansamblu de operațiuni fizice, psihice și logice, care duc la obținerea unor informații noi. Pentru a se ajunge la rezultatele scontate, această activitate trebuie să fie bine organizată și să se desfășoare conform cerințelor ergonomice. Aceasta presupune anumite calități pe care trebuie să le aibă fotointerpretatorul, materialul și aparatura, cît și condiții optime de lucru și o programare judicioasă a întregii acțiuni.

III.3.2.1. Calitățile fotointerpretatorului

Pentru a putea da randamentul optim, fotointerpretatorul trebuie să aibă anumite calități fizice, cum ar fi o bună acuitate vizuală — atît monoculară, cît și stereoscopică —, o percepție corectă a culorilor și o dexteritate în mînuirea aparaturii. O anumită robustețe fizică îl ajută să poată rezista la lucrul prelungit în laborator, precum și la deplasarea în teren pentru verificarea unor ipoteze formulate în timpul fotointerpretării.

Dar fotointerpretatorului i se cer și anumite calități intelectuale. Astfel, el trebuie să aibă capacitatea de a se orienta, cu ușurință, în complexitatea imaginilor aerofotogrammetrice, de a sesiza și selecta elementele semnificative. O imaginație bogată și o gîndire logică sînt necesare pentru a intui legăturile dintre obiecte sau procese și pentru a deduce informații care nu apar exprimate direct pe fotograme.

O temeinică pregătire de specialitate în domeniul căruia aparțin informațiile care trebuie obținute prin fotointerpretare este absolut necesară. Numai buna pregătire geografică poate permite fotointerpretatorului să detecteze și să identifice faptele geografice reprezentate pe fotogramele aeriene sau în modelele stereoscopice, să sesizeze legăturile complexe dintre aceste fapte și să poată deduce informații geografice corecte.

Se înțelege însă că fotointerpretatorul trebuie să aibă și o bună pregătire tehnică pentru a fi capabil să mînuiască aparatura de fotointerpretare, pentru a înțelege calitățile și defectele fotogramelor aeriene și ale modelelor stereoscopice, pentru a aplica principiile și procedeele de fotointerpretare și a utiliza criteriile de identificare a obiectelor și proceselor.

Pe scurt, se poate afirma că, pe lîngă pregătirea de specialitate, fotointerpretatorului îi este necesară și o pregătire tehnică specială. Este de dorit ca el să fie capabil să aplice colaborarea interdisciplinară pentru a se putea realiza o „fotointerpretare integrală".

În afară de calitățile menționate, nivelul de documentare tematică și regională a fotointerpretatorului are o influență hotărîtoare asupra calității rezultatelor fotointerpretării.

III.3.2.2. Calitatea materialelor și a aparaturii

Dintre materialele utilizate în fotointerpretare, cele mai importante sînt aerofotogramele. Cum ele sînt cele care conțin informațiile ce trebuie dobîndite, examinate separat sau în perechi pentru a obține modele

stereoscopice, este evident că nivelul lor calitativ va influența foarte mult rezultatul fotointerpretării.

Este foarte important ca aerofotogramele să fie cît mai clare, lipsite de distorsiuni, să aibă o mare putere de rezolvare și o scară adecvată. Răspunzînd acestor deziderate, aerofotogramele devin apte pentru ca imaginile să fie mărite, cu ajutorul aparaturii de fotointerpretare, pentru a se observa detalii cît mai fine și pentru a se efectua măsurători cît mai exacte.

O suprapunere corectă a aerofotogramelor vecine permite obținerea unor modele stereoscopice de bună calitate pe care să se poată efectua observații și măsurători.

Tipul de material fotografic utilizat trebuie să fie adecvat scopului fotointerpretării, căci fiecare tip de material pune mai bine în evidență doar anumite categorii de obiecte și procese.

Aparatura utilizată în fotointerpretare trebuie să corespundă, ca tip, scopului urmărit pentru a înlesni efectuarea, în condiții optime, a observației și măsurătorilor. Astfel, cîmpul vizual al aparatelor trebuie să corespundă cu formatul aerofotogramelor care vor fi examinate. Puterea de mărire a aparatelor să fie adecvată pentru ca, împreună cu scara fotogramelor, să permită observarea celor mai mici detalii care trebuie detectate și identificate.

Tipul aparatului să corespundă modului în care se impune consemnarea rezultatelor fotointerpretării. Pentru transpunerea pe plan sau hartă să se utilizeze stereopantometre sau camere clare (aparate simple de transpunere a informațiilor de pe aerofotograme pe hartă). Dacă se face consemnarea în scris a rezultatelor sau transpunerea pe o bază cartografică preexistentă, se pot utiliza stereoscoape sau interpretoscopul.

Se înțelege că rezultatele fotointerpretării vor depinde mult de calitatea aparatelor utilizate, de gradul lor de precizie, de reducerea la minim a deformărilor imaginii etc.

III.3.2.3. Condițiile de lucru

Condițiile de lucru și mijloacele tehnice, alcătuind „confortul tehnic", influențează rezultatele fotointerpretării atît sub aspect calitativ cît și cantitativ. Laboratorul de fotointerpretare trebuie să fie dotat cu cele mai adecvate materiale și utilaje care să asigure desfășurarea normală a procesului de interpretare. În afara setului de imagini fotografice, îndrumătoare de fotointerpretare, material cartografic auxiliar, mai este necesară existența principalelor aparate de fotointerpretare. Utilajul de bază în aerofotointerpretare îl constituie stereoscopul cu oglinzi și lentile, prevăzut cu stereomicrometru. Se mai utilizează stereoscopul de buzunar, stereopantometrul, camera clară și interpretoscopul. Ca material auxiliar, în dotarea laboratorului intră rigle, compase, compase de reducție, planimetre, pantografe și aparate de proiecție.

În afară de utilajul menționat, în fotointerpretarea geografică se mai folosesc materiale grafice, cartografice și scriptice, scări de ton alb-

negru, scara nuanțelor color, scări de mărime pentru estimarea dimensiunilor obiectelor, scări de densitate, de textură etc.

O mare importanță are modul de iluminare a laboratorului, care trebuie să fie astfel făcut încît să asigure o bună vizibilitate a detaliilor de pe aerofotograme, dar să nu creeze contraste mari între restul încăperii și cîmpul aparatului utilizat, pentru a nu duce la obosirea rapidă a ochilor. Spectrul luminii să nu provoace schimbarea culorilor naturale, îndeosebi în cazul în care se utilizează aerofotograme color.

Buna desfășurare a lucrărilor de fotointerpretare este sprijinită de *îndrumătoare de fotointerpretare* sub forma unor materiale de referință, care au scopul de a ușura identificarea obiectelor și proceselor reprezentate pe aerofotograme. Ele sînt întocmite pe principiul regional sau pe cel sistematic, cuprinzînd imagini caracteristice aeriene (verticale și oblice) sau terestre ale aceleiași regiuni sau obiect, scheme, profile etc. Ca model de îndrumător regional poate fi citat „Pacific Landforms and Vegetation" (1945), care oferă aerofotograme ale unor regiuni cu peisaj complex. Un exemplu de îndrumător sistematic este „Atlas des formes du relief" (1956), care conține imagini anaglifice, profile, hărți. Revista „Photo-interpretation" constituie un îndrumător complex prin stereofotogramele însoțite de schițe de fotointerpretare și comentarii substanțiale în trei limbi. Un tip ingenios de îndrumător de fotointerpretare îl constituie îndrumătoarele (cheile) dichotomice, care îl conduc pe fotointerpretator de la general la particular, prin eliminarea succesivă a uneia din cele două posibilități de identificare ce se deschid la fiecare treaptă. Pînă la urmă se ajunge la o singură soluție. În cazul în care se comite o eroare la un anumit nivel se observă imediat că mai departe nu mai concordă caracteristicile obiectului din imagine cu indicațiile îndrumătorului. Atunci trebuie reluată operația de la treapta anterioară celei care vădește discordanțe între îndrumător și imagine.

III.3.3. Procedee de fotointerpretare

Desigur că, în funcție de tipul informațiilor căutate, procedeele de fotointerpretare pot să îmbrace forme specifice dar, în general, se pot deosebi net două procedee de bază: procedeul căutării globale și procedeul căutării logice (selective).

Procedeul căutării globale constă în examinarea atentă a întregii aerofotograme sau a modelului stereoscopic, în mod sistematic, fără a omite nici o porțiune. În acest fel nu va rămîne neobservat nici un obiect sau proces din categoria celor căutate, toate vor fi detectate și luate în evidență. Se înțelege că un asemenea rezultat este de dorit și el poate satisface exigențele de exactitate care se impun fotointerpretării. Dar aplicarea acestui procedeu necesită mult timp și oboseală, căci vor fi observate amănunțit și întinderi mari care nu conțin informațiile căutate.

Procedeul căutării logice (selective) duce la o mare economie de timp și energie; el presupune examinarea atentă doar a acelor părți din aerofotogramă sau model stereoscopic în care este cel mai probabil să se afle obiectele sau procesele căutate. Se înțelege că aplicarea acestui procedeu presupune o perfectă pregătire de specialitate a fotointerpretato-

rului pentru a putea alege în mod corect porțiunile care trebuie examinate. De exemplu, un fotointerpretator cu pregătire geografică bună va căuta izvoarele pe frunțile de terase și pe versanți și nu pe interfluvii, pe șesuri sau pe poduri de terasă nesecționate. Oricît de logică va fi alegerea porțiunilor neexaminate se poate întîmpla, în unele cazuri, ca ele să conțină totuși obiecte sau procese dintre cele căutate. Acestea vor fi însă niște excepții rare și știrbirea exactității rezultatelor este compensată din plin de economia de timp și muncă.

Indiferent în ce variantă se aplică unul din procedeele de bază, procesul de fotointerpretare cuprinde mai multe etape obligatorii.

a) *Documentarea bibliografică și cartografică asupra regiunii supusă fotointerpretării, cît și asupra bazelor teoretice și metodologice ale problemelor de care țin informațiile căutate prin fotointerpretare.*

b) *Efectuarea fotointerpretării propriu-zise prin analiza fotogramelor sau a modelelor stereoscopice, aplicînd unul din procedeele amintite.* Mai întîi, fotointerpretatorul examinează separat fotogramele, cu ochiul liber, așezîndu-le apoi ca într-un mozaic, fără a le lipi. În unele cazuri, se poate alcătui un mozaic necontrolat pentru a oferi o imagine de ansamblu a regiunii. După examinarea vizuală generală, se trece la examinarea detaliată a fiecărei fotograme sau cuplu stereoscopic cu ajutorul aparaturii de fotointerpretare. Pentru fiecare fotogramă sau stereogramă se urmărește întîi citirea, adică detectarea și identificarea obiectelor sau proceselor care interesează. După aceea se face și fotointerpretarea, prin analiza contextului și a raporturilor fiecărui obiect și proces cu celelalte din jur, și deducția unor informații care nu apar evidente pe fotograme sau pe modelul stereoscopic. Pe măsura obținerii lor, informațiile sînt consemnate în scris sau cartografiate.

c) *Verificarea rezultatelor fotointerpretării pe baza cunoștințelor de specialitate și prin confruntarea cu terenul.* Deplasarea în teren se face numai în puncte-cheie, unde se pot verifica ipotezele elaborate în laborator sau unde se pot dobîndi informațiile care nu au putut fi obținute prin fotointerpretare.

d) *Sintetizarea datelor obținute în laborator și teren, definitivarea informațiilor și întocmirea raportului (protocolului) de fotointerpretare, cu părțile lui scrise, documente cartografice, tabele, clasificări etc.*

III.3.4. Criterii de fotointerpretare

Obiectele și procesele din teren apar prin imaginile lor fotografice. Aceste imagini redau unele însușiri ale obiectelor, însușiri care, de obicei, ne ajută să recunoaștem și să identificăm obiectele atît „pe viu", în teren, cît și pe fotografii, în laborator. Deci, aceste însușiri reprezintă criterii după care sînt identificate obiectele și procesele. Fiind aplicate și în fotointerpretare, ele devin *criterii de fotointerpretare,* iar pentru că sînt intim legate, de obiecte, li se spune *criterii directe.* Între acestea pot fi amintite forma (configurația), mărimea, culoarea sau tonul de gri, în cazul fotogramelor alb-negru.

Forma (configurația) se referă la aspectul imaginii obiectului reprezentat pe aerofotogramă. Este unul din cele mai importante criterii de foto-

interpretare, precum și de identificare a obiectelor reale prin observația directă. În aerofotointerpretare însă aplicarea acestui criteriu cere un anumit efort și pregătire specială a interpretatorului deoarece forma obiectelor văzute de sus diferă mult de forma lor văzută de la sol, în perspectivă. Astfel, un copac, văzut sau fotografiat de la sol prezintă o siluetă caracteristică, cu un trunchi și o coroană dezvoltată pe verticală, nu numai pe orizontală. Copacul văzut de sus, în proiecție verticală, apare doar ca o masă de frunziș cu o suprafață denivelată, iar pe aerofotogramă apare doar ca o pată cu tonuri deosebite de terenul din jur. De aceea este nevoie de un efort de imaginație, din partea fotointerpretatorului, pentru a intui cum apare forma unui obiect pe aerofotogramă. Îndrumătoarele de fotointerpretare, care conțin colecții de imagini aerofotografice ale diverselor obiecte, sînt de mare ajutor la formarea fotointerpretatorilor și apoi în timpul efectuării fotointerpretării.

În recunoașterea obiectelor după formă, un rol important îl joacă scara aerofotogramei și puterea de rezolvare a obiectivului camerei și a materialului fotografic. În general, puterea de rezolvare a obiectivelor și a materialelor fotografice utilizate în aerofotografiere este destul de mare, pentru a nu altera simțitor forma obiectelor reprezentate. Factorul limitativ îl constituie, adesea, scara aerofotogramelor, deoarece prin reducerea scării, obiectele mai mici își pierd detaliile și, apoi, configurația caracteristică, ajungînd la forme punctiforme sau chiar la dispariția din imagine. De aceea, în funcție de scara aerofotogramei, criteriul formei poate fi aplicat doar obiectelor care sînt suficient de mari pentru a fi redate individual fără alterarea configurației lor.

Mult mai ușor se poate utiliza criteriul formei pe modelele stereoscopice, întrucît obiectele apar tridimensional, ca în realitate. Dar și în acest caz apare insolitul formei văzută de sus, cu care nu sîntem obișnuiți. Oricum, această formă în relief poate fi identificată mult mai ușor decît forma bidimensională, plată, de pe o singură aerofotogramă. Dar, în acest caz intervine exagerarea verticală a modelului stereoscopic, care duce la o modificare a formei tridimensinale a obiectului, provocîndu-i o alungire pe verticală. De aceea, casele par a fi cu mai multe nivele, iar copacii apar cu înălțimi prea mari și mult mai zvelți decît sînt în realitate. Chiar și cu această deformare, obiectele sînt însă relativ ușor de identificat. Ceva mai complicată este identificarea formelor de relief, întrucît adîncimile și înclinarea versanților sînt exagerate, oferind imaginea unui relief mult mai accentuat decît în realitate. Cu puțin antrenament și cu o bună pregătire geomorfologică, fotointerpretatorul poate aprecia corect efectul exagerării verticale și poate identifica formele de relief reprezentate.

Mărimea obiectelor și respectiv a imaginilor lor constituie un alt criteriu important pentru fotointerpretare. Întrucît aerofotogramele și stereomodelele oferă imagini reduse la scară, drept criteriu de identificare nu mai servește atît mărimea reală a obiectelor și nici mărimea redusă la scară, cît mai ales mărimea relativă a obiectelor, adică dimensiunile unui obiect (mai corect spus, ale imaginii lui), în raport cu dimensiunile altor obiecte.

Deși mărimea imaginii nu permite, singură, identificarea obiectelor, împreună cu forma poate duce la identificare. De exemplu, imaginea

casei și cea a cuștii cîinelui apar asemănătoare ca formă, dar dimensiunile diferite arată evident deosebirea dintre cele două obiecte și, judecate în raport și cu dimensiunile altor obiecte din jur (ca garduri, copaci, arbuști), duc la identificarea facilă a celor două obiecte.

Criteriul mărimii se poate aplica corect în funcție de scara imaginilor, căci dacă scara devine prea mică, odată cu pierderea formei, obiectele își pierd și caracteristicile dimensionale.

Culoarea, în cazul fotogramelor color, și **tonul**, în cazul fotogramelor alb-negru, reprezintă alte criterii directe de identificare, dar care capătă valoare doar în combinație cu alte criterii (formă și mărime).

Culoarea este un criteriu mai sigur și mai ușor de utilizat deoarece, din experiență, fotointerpretatorului îi sînt familiare culorile diverselor categorii de obiecte. Desigur că se impune ca redarea culorilor să fie cît mai fidelă și să se cunoască data aerofotografierii căci unele obiecte, de exemplu vegetația, își modifică culoarea după sezon.

În cazul fotogramelor fals-color, fotointerpretatorul trebuie să știe bine corespondența reală a culorilor de pe aerofotogramă sau stereomodel (verdele este redat prin roșu, albastrul prin galben, roșul prin verde, iar galbenul prin albastru).

Tonul constituie criteriu de fotointerpretare în cazul fotogramelor alb-negru, dar el are o valoare relativă, căci depinde de mai multe variabile, nu numai de proprietățile obiectelor. Dealtfel, diferite părți ale aceluiași obiect pot să apară în tonuri diferite, în funcție de gradul de iluminare și de direcția în care reflectă lumina. De exemplu, fețele unui acoperiș apar cu tonuri diferite și acest fapt își are valoarea lui întrucît tocmai diferențierile de ton sugerează forma obiectului.

Diferențele de ton sînt criterii foarte importante pentru identificarea vegetației, a fazelor fenologice ale plantelor, a modului de utilizare a terenului, a diferențierii tipurilor de sol sau a suprafețelor acvatice de uscatul din jur etc.

Cu ochiul liber se poate distinge un număr limitat de tonuri (nuanțe de gri, de la negru la alb); de aceea se obișnuiește ca fotointerpretatorul să separe 5—7 nuanțe de ton și mai rar pînă la 10—11, folosind scări de ton. Recurgîndu-se la măsurători densitometrice, cu ajutorul unei aparaturi care are drept senzori elemente fotosensibile, ce generează diferențe de potențial, se pot detecta diferențe mult mai mici de ton, încît se pot separa 100—200 tonuri.

În utilizarea tonului drept criteriu de fotointerpretare trebuie, de asemenea, avut în vedere tipul materialului fotografic, sensibilitatea lui cromatică.

În fotointerpretare se recurge și la utilizarea unor *criterii indirecte*, care nu mai reprezintă anumite caracteristici ale obiectelor sau proceselor, ci sînt doar legate de aceste caracteristici, exprimîndu-le.

Umbra reprezintă un criteriu indirect de mare importanță, ea redînd destul de bine forma unor obiecte izolate. Forma umbrei se aseamănă, adesea, cu forma siluetei obiectului care o generează, de exemplu în cazul arborilor, al stîlpilor, turnurilor, caselor etc. După forma umbrei proiectate, se pot identifica unele genuri și chiar specii de arbori. Astfel, se identifică ușor coniferele față de foioase, molidul față de pin sau brad, fagul față de stejar, plopul piramidal față de plopul alb sau de cel tre-

murător etc. Lungimea umbrei indică înălțimea obiectului, iar orientarea ei permite stabilirea punctelor cardinale sau a orei de fotografiere.

Poziția imaginii obiectului în raport cu imaginile altor obiecte, adică contextul în care se situează o imagine, poate ajuta la identificarea obiectului, căci sugerează raporturile lui cu alte obiecte. Așa, de exemplu, poziția unei clădiri mari lîngă o cale ferată și legată printr-o stradă sau șosea de o localitate duce la concluzia că este vorba de o gară, în timp ce o clădire asemănătoare dar situată la marginea unui oraș, fără a avea în preajmă calea ferată, ar putea fi o cazarmă, un spital sau o școală.

Poziția imaginii unui obiect trebuie analizată foarte amănunțit, pe această cale obținîndu-se și multe informații care nu sînt reprezentate direct pe fotograme.

Modelele stereoscopice sînt mai potrivite decît aerofotogramele singulare pentru analiza poziției unui obiect, deoarece ele redau și poziția în plan vertical, exprimînd mai bine raporturile dintre obiecte.

Densitatea imaginilor unei categorii de obiecte poate servi drept criteriu de interpretare și identificare a acestora. De exemplu, densitatea arborilor dintr-o plantație este mai mică decît într-o pădure naturală de aceeași specie. Densitatea rețelei hidrografice poate exprima gradul de permeabilitate al rocilor, care alcătuiesc regiunea, dar și informații climatice.

Dispersia, adică gradul și modul de împrăștiere a obiectelor pe o anumită suprafață, poate constitui un criteriu de fotointerpretare, care se folosește combinat cu alte criterii. De exemplu, existența unor bolovani mari, dispersați pe un relief slab ondulat, permite să se tragă concluzia că este vorba de blocuri eratice; copaci dispersați pe o pășune sau pe terenuri cultivate permit reconstituirea extinderii anterioare a pădurii.

Textura fotogramei reprezintă mărimea punctelor care redau obiectele prea mici pentru a apare cu imagini distincte la scara fotogramei. Deci, ea depinde de mărimea obiectelor și de scara fotogramei și poate constitui un criteriu de fotointerpretare. Se pot stabili scări de textură, deosebindu-se texturi foarte fine, fine, mijlocii, grosiere, foarte grosiere, eventual cu grade intermediare.

Textura permite să se deosebească între ele culturile agricole, deoarece cerealele păioase și plantele furajere apar cu textură fină sau foarte fină, culturile de plante prășitoare (porumb, floarea soarelui) apar cu textură mijlocie, cartofii și sfecla de zahăr apar cu textură grosieră; vița de vie dă textură foarte grosieră.

În fotointerpretarea alcătuirii litologice se poate de asemenea utiliza textura, întrucît nisipurile, argilele, marnele dau o textură foarte fină, iar bolovănișurile, prundișurile, grohotișurile dau texturi mijlocii sau grosiere.

Structura reprezintă modul de aranjare spațială a imaginilor obiectelor și proceselor de pe o fotogramă. Ea se manifestă atît în cazul obiectelor suficient de mari pentru a apare prin imagini distincte, cît și în cazul obiectelor mici cu reprezentare punctiformă. Astfel, se poate vorbi de structura rețelei hidrografice, a așezărilor (modul de dispunere a străzilor și a caselor), a pădurilor, plantațiilor, a căilor de transport etc.

Dar și punctele de pe un cîmp de cereale pot prezenta o structură, de obicei liniară.

Structura poate servi la identificarea unor categorii de obiecte sau procese geografice. De exemplu, structura divergentă a rețelei hidrografice poate indica o mișcare de ridicare a scoarței terestre; o structură radiară centrifugă poate trăda existența, odinioară, a unui con vulcanic, astăzi erodat; structura liniară dintr-o pădure poate arăta că este vorba de o plantație forestieră sau, dacă apar numai unele aliniamente, acestea pot trăda anumite strate de roci, care favorizează dezvoltarea unor specii de arbori.

În multe cazuri, la identificarea obiectelor individuale sau a grupărilor de obiecte este suficient un singur criteriu, dar mult mai facilă și mai exactă devine identificarea prin utilizarea mai multor criterii deodată. În felul acesta se poate ajunge nu numai la identificarea imaginilor care apar pe fotograme dar și la deducția unor informații care nu apar vizibile direct. Se înțelege că utilizarea corectă a criteriilor de fotointerpretare depinde, în mare măsură, de gradul de pregătire tehnică și de profil a fotointerpretatorului.

III.4. AEROFOTOINTERPRETAREA TEMATICĂ

III.4.1. Aerofotointerpretarea alcătuirii geologice

III.4.1.1. Necesitatea informațiilor geologice pentru geografi

În cadrul sistemului geografic complex natură-societate, alcătuirea geologică a scoarței terestre joacă un rol de seamă ca suport și parte constituentă a reliefului și solului, ca suport și factor important care influențează apele de suprafață și subterane, ca furnizor al substanțelor minerale extrase, prelucrate și utilizate de către om. De aceea geograful are nevoie de o serie de informații asupra caracteristicilor geologice ale regiunii pe care o studiază. El obține aceste informații de la geologie sau le dobîndește, în parte, singur. Fotointerpretarea poate furniza geografului multe din informațiile geologice de care are nevoie.

III.4.1.2. Identificarea alcătuirii litologice

Drept criteriu direct pentru identificarea tipurilor de roci poate servi *tonul*, în cazul aerofotogramelor alb-negru, sau *culoarea*, în cazul aerofotogramelor color.

Pe fotogramele alb-negru tonul depinde de culoarea și puterea de reflexie (albedoul) rocii. De obicei, rocile de culoare deschisă (calcare, gips, nisip cuarțos ș.a.) apar în tonuri deschise, în timp ce rocile de culoare închisă (bazalte, gresii bituminoase, unele argile sau șisturi cărbunoase ș.a.) apar în tonuri închise.

Diferențierea tonală este asemănătoare și pe fotogramele pancromatice și pe cele în infraroșu. Ultimele însă nu permit observarea diferențierii pe versanții umbriți, datorită faptului că aceștia nu primesc

direct de la Soare radiații infraroșii, pe care să le reflecte spre camera de luat vederi. Aerofotogramele color sînt puțin utilizate pentru fotointerpretarea geologică deoarece sînt costisitoare și nu redau cu fidelitate culoarea rocilor decît dacă sînt făcute de la înălțime mică.

Tonul și culoarea nu permit identificarea precisă a rocilor, deoarece sînt numeroase cazurile cînd roci foarte diferite dau același ton sau aceeași culoare. De aceea, este necesar să se recurgă și la alte criterii. Pentru aceasta însă se impune ca geograful să posede și cunoștințe temeinice de geologie (petrografie) și mai ales să cunoască bine comportarea rocilor în diverse condiții de modelare geomorfologică.

Unul dintre cele mai importante criterii indirecte pentru identificarea rocilor pe aerofotograme îl constituie modul în care ele „răspund" la acțiunea agenților modelatori, răspuns concretizat în formele de relief și în unele procese geomorfologice specifice. Trebuie ținut seama însă de condițiile morfoclimatice în care s-a efectuat modelarea. Nu este vorba numai de condițiile actuale, ci de timpul în care s-a produs modelarea.

Un alt criteriu utilizat în fotointerpretarea alcătuirii litologice îl constituie configurația și unele caracteristici ale rețelei hidrografice, căci infiltrația și scurgerea superficială depind, în mare măsură, de tipul de rocă și de caracteristicile ei. Pe rocile permeabile (nisipuri, prundișuri, conglomerate, aglomerate vulcanice ș.a.), rețeaua hidrografică permanentă este foarte săracă, apele de suprafață aproape lipsind, în timp ce pe roci impermeabile (marne, argile, granite ș.a.), rețeaua este densă.

Anumite aspecte ale învelișului vegetal pot trăda unele diferențieri litologice. Așa, de exemplu, I. Drăghindă (1966) citează cazul dispunerii fagului din bazinul Petroșani pe capetele stratelor de gresii și conglomerate, în timp ce pe fața stratelor lipsește vegetația lemnoasă, iar în cheile Jiețului și pe valea Cernei liliacul apare numai pe calcarele mezozoice.

Pe rocile care se dezagregă și se alterează mai ușor se formează soluri mai groase, care permit dezvoltarea unei vegetații mai bogate, cu arbori de talie mare, spre deosebire de alte roci pe care se formează soluri subțiri și vegetația este mai sărăcăcioasă.

Dintre rocile sedimentare, cele neconsolidate (prundișuri, nisipuri) se pun în evidență prin forme de relief specifice. Astfel, nisipurile apar, de obicei, în tonuri deschise și cu relief caracterizat prin văi larg evazate, cu versanți slab înclinați, iar în unele cazuri apar și dunele ca forme specifice. Prundișurile dau, adesea, măguri izolate pe culmile dealurilor, iar văile săpate în ele au versanți cu glacisuri bine dezvoltate la poalele versanților. Fiind foarte permeabile, pe nisipuri și pietrișuri nu apar bălți și nici pîraie dense, ci doar rîuri mai mari alohtone.

Rocile sedimentare consolidate, fiind foarte variate, se caracterizează printr-o mare variație a indicilor de fotointerpretare. Tonul poate fi deschis (calcare, gipsuri, sare ș.a.) sau foarte închis (șisturi negre, marne vinete ș.a.). Rocile dure (gresii, conglomerate, calcare) dau forme pozitive de relief, cu abrupturi, creste, stîncării și grohotișuri pe versanți. Calcarele, gipsul și sarea se pun în evidență prin existența reliefului carstic, îndeosebi doline, chei și chiar lapiezuri, vizibile pe aerofotograme la scară mare. Pe asemenea roci lipsește o rețea hidrografică su-

perficială permanentă. Pentru calcare sînt caracteristice și peșterile, abrupturile, stîncăriile și grohotișurile cu blocuri mari. Gresiile se caracterizează prin tonuri variate, în funcție de culoarea lor, prin suprafețe structurale bine dezvoltate, rupturi de pantă, abrupturi și interfluvii sub formă de creste zimțate. Rețeaua hidrografică este densă și vegetația, în general, abundentă. Grohotișurile sînt mai puțin frecvente, iar cînd apar sînt alcătuite din blocuri de lespezi relativ mici. Conglomeratele se pun în evidență prin versanți abrupți, cu un relief ruiniform caracteristic, rețea hidrografică săracă și vegetație nu prea abundentă.

Marnele, argilele, șisturile argiloase și marnoase apar cu tonuri variate, pentru că și culoarea acestor roci poate fi diversă. Fiind impermeabile, favorizează o rețea hidrografică densă și un relief puternic fragmentat, cu văi largi și interfluvii, în general rotunjite. Plasticitatea lor mare favorizează alunecările de teren, care sînt caracteristice acestor roci. Vegetația este destul de abundentă.

Luturile loessoide apar în tonuri deschise, cu rîpi care au versanți abrupți și turnuri de desprindere verticală, cu profil longitudinal cu rupturi de pantă și marmite. Rețeaua de drenaj este săracă, dar vegetația este abundentă, datorită solurilor fertile și profunde care se formează pe luturi.

Tufurile vulcanice pot apărea în tonuri deschise, cum sînt tufurile din Bazinul Transilvaniei, sau în tonuri ceva mai închise, cum este cazul tufurilor andezitice din Podișul Moldovei. Cînd sînt bine consolidate, dau rupturi de pantă, abrupturi, trepte pe versanți și suprafețe structurale întinse pe interfluvii.

Aglomeratele vulcanice apar pe aerofotograme cu caractere asemănătoare celor ale conglomeratelor și pot fi identificate doar dacă se observă legătura cu restul reliefului vulcanic.

Rocile provenite din consolidarea lavelor rezultate din erupțiile vulcanice pot avea tonuri deschise dacă sînt acide sau neutre (dacite, diorite, anedezite) sau tonuri foarte închise în cazul bazaltelor. De obicei, ele sînt asociate cu un relief vulcanic specific, caracterizat prin conuri cu cratere distincte, curgeri de lavă bine individualizate sau platouri bazaltice. Fiind gelive, dau grohotișuri abundente, alcătuite din lespezi sau coloane fragmentate, în cazul bazaltelor. Rețeaua hidrografică nu este abundentă, dar capătă o structură radiară caracteristică pe flancurile conurilor vulcanice. Vegetația este abundentă, cu excepția curgerilor de lavă mai recente.

Rocile intrusive acide apar în tonuri deschise, iar cele bazice în tonuri închise. Fiind dure, dau forme pozitive de relief, care sînt greoaie. Dezagregarea intensă formează blocuri rotunjite, grohotișuri și arenă de tip granitic. Rețeaua hidrografică este densă, adesea de formă rectangulară, fiind instalată pe fisuri. Văile au profile transversale în formă de V cu versanți puternic înclinați. Vegetația poate fi abundentă datorită unui eluviu gros care permite formarea de soluri fertile.

Rocile metamorfice, fiind și ele variate, apar cu caractere diferite. Marmorele, cuarțitele, gnaisele, rocile porfirogene, șisturile sericitoase apar în tonuri deschise, iar șisturile cloritoase, șisturile grafitoase, amfibolitele apar în tonuri mai închise. Fiind roci rezistente, în general,

dau forme pozitive de relief, greoaie, cu văi adînci, avînd profil transversal în formă de V, adesea cu caracter de chei și defilee. Cuarțitele, gnaisele, calcarele cristaline dau creste semețe, cu vîrfuri ascuțite și cu grohotișuri. Șisturile sericitoase, cloritoase și grafitoase, fiind mai moi și înmuindu-se cu apa, dau, adesea, alunecări de teren de mare amploare. Rețeaua hidrografică este densă, iar vegetația este abundentă, căci aceste roci se dezagregă și se alterează ușor dînd un eluviu luto-nisipos, pe care se formează soluri groase și fertile.

III.4.1.3. Identificarea modului de punere în loc a maselor de roci, a modului de zăcămînt și a grosimii stratelor

Se știe că rocile sedimentare se formează prin depunerea unor materiale detritice deplasate de un agent de transport (apă sau aer), prin precipitarea unor minerale dizolvate în apă sau acumularea unor resturi de viețuitoare. Punerea în loc a acestor roci se face, de obicei, sub forma unor strate suprapuse, orizontale sau ușor înclinate, care pot fi deranjate ulterior de mișcările scoarței. Stratificația, ale cărei caracteristici depind de agentul de transport și de condițiile de sedimentare, se păstrează și după deplasarea provocată de mișcările tectonice. Ea apare evidentă în deschiderile cu abrupturi, unde este mai greu de observat pe aerofotograme, dar, în unele cazuri, poate fi detectată și pe versanții mai slab înclinați sau chiar pe interfluvii, cînd stratele au fost secționate de denudație. Alternanța stratelor cu tonuri diferite poate fi sesizată cu ușurință. Cînd stratele au durități diferite, ele se impun în relief datorită eroziunii diferențiale. De multe ori, stratificarea este trădată de vegetație, căci pe unele strate mai friabile vegetația este mai bine dezvoltată, în timp ce stratele mai dure pot fi lipsite de vegetație, în special de cea arborescentă.

În cazul rocilor vulcanice, punerea în loc se face prin scurgerea lavei, care poate căpăta forme foarte caracteristice, ușor de detectat pe fotogramele aeriene, și prin proiectarea blocurilor, lapililor și cenușei. De cele mai multe ori, produsele vulcanice sînt clădite în formă de conuri. Lavele bazice formează, uneori, platouri sau umplu formele negative ale reliefului preexistent și aceste forme de zăcămînt se pot detecta pe fotogramele aeriene după configurația lor (v. pl. VII).

Rocile intrusive sînt puse în loc sub formă de lacoliți, batoliți, dykuri și filoane, a căror conformație depinde de fisurile în care pătrunde magma. Dezgolite de eroziune, masele intrusive sînt trădate de forma reliefului care, în linii mari, se mulează pe configurația intruziunii.

Rocile metamorfice sînt puse în loc, de obicei, în timpul unor intense mișcări ale scoarței și modul lor de zăcămînt este de tipul unor cute complexe, care se detectează prin studiul structurii regiunii.

Grosimea stratelor poate fi apreciată sau măsurată cu suficientă exactitate. Măsurătorile depind de poziția stratelor și de felul în care sînt secționate de suprafața reliefului. În cazul stratelor orizontale se măsoară înălțimea de la culcuș pînă la acoperișul stratului, ceea ce se poate face cu ajutorul diferenței de paralaxă. Uneori se pot face aprecieri prin comparație cu unele obiecte din apropiere și a căror înălțime este ușor de apreciat. Cînd stratele sînt verticale, grosimea lor se poate

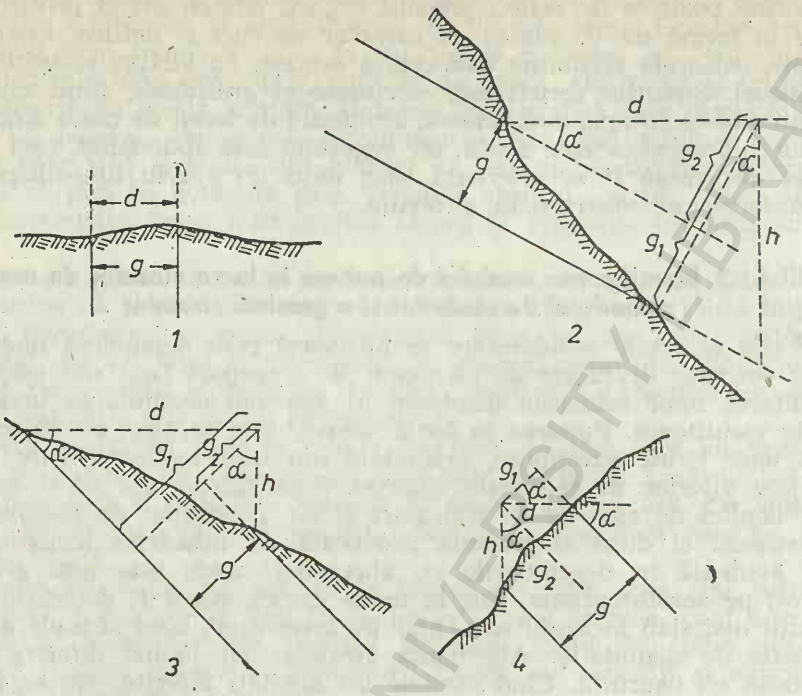


Fig. 50. Măsurarea grosimii stratelor pe modelul stereoscopic (după I. Drăghindă):

1 — *cazul stratelor verticale* ($g=d\cdot m$); g — *grosimea stratului;* d — *distanța orizontală dintre fețele stratului;* m — *numitorul scării aerofotogramei;* 2 — *cazul stratelor înclinate în același sens cu versantul, dar mai puțin ca acesta* ($g=g_1-g_2$); $g=h\cos\alpha-d\sin\alpha$; $g_1=h\cos\alpha$; $g_2=d\sin\alpha$; 3 — *cazul stratelor înclinate în același sens cu versantul, dar mai puternic ca acesta* ($g=g_1-g_2$); $g_1=d\sin\alpha$; $g_2=h\cos\alpha$; 4 — *cazul stratelor înclinate în sens invers versantului* ($g=g_1+g_2$); $g_1=d\sin\alpha$; $g_2=h\cos\alpha$; α — *unghiul de înclinare a terenului.*

măsura ca o lungime dintre cele două fețe ale stratului, utilizîndu-se o riglă și scara aerofotogramei. Măsurarea este mai dificilă în cazul în care stratul este înclinat, deoarece raportul dintre înclinarea lui și înclinarea versantului poate căpăta forme multiple. Problema se reduce la aflarea unei laturi dintr-un triunghi dreptunghic cu ajutorul relațiilor trigonometrice.

III.4.1.4. Descifrarea structurii

Identificarea structurii constă în precizarea poziției stratelor și în identificarea deranjamentelor rupturale și plicative. Aerofotogramele și îndeosebi modelele stereoscopice pot reda foarte bine o serie de caracteristici structurale, care sînt greu de detectat chiar în teren. Fotogramele aeriene la scară mică, reprezentînd regiuni întinse, pun în evi-

denţă mai bine o serie de aliniamente, care reprezintă linii structurale majore.

Poziţia stratelor poate fi sesizată uşor de pe modelul stereoscopic, dar trebuie avută în vedere exagerarea verticală, care duce la observarea unei înclinări aparente, mai mare decît cea reală. Măsurarea înclinării aparente se poate face cu un stereocomparator de pantă, iar valoarea obţinută se împarte la factorul de exagerare verticală, aflîndu-se înclinarea reală a stratului.

Determinarea direcţiei şi înclinării stratelor se poate face precis cu ajutorul unor construcţii grafice. Pe modelul stereoscopic se aleg două puncte de pe faţa stratului, situate la aceeeaşi înălţime. Aceasta se poate realiza cu ajutorul barei de paralaxă la care se menţin aceleaşi gradaţii pe tambur şi se aduc mărcile suprapuse, succesiv, pe cele două puncte de pe faţa stratului şi care se notează pe o fotogramă cu *A* şi *B*. Segmentul de dreaptă *AB* arată direcţia stratului, care poate fi raportată apoi la meridianul locului, măsurîndu-se unghiul dintre direcţia nord-sud şi direcţia *AB* (fig. 51).

Se alege un al treilea punct *C* de pe suprafaţa stratului, la altitudine diferită de celelalte două puncte. Din *C* se duce o perpendiculară pe *AB* şi se măsoară diferenţa de altitudine dintre *C* şi dreapta *AB* cu ajutorul diferenţei de paralaxă. Valoarea diferenţei de altitudine se calculează la scara aerofotogramelor şi se ia un segment de dreaptă cu această lungime *DE*. Se uneşte *E* cu *C* şi unghiul dintre *CE* şi *CD* reprezintă valoarea unghiului de înclinare a stratului.

Sînt şi alte procedee de măsurare a înclinării stratelor dar, de obicei, geograful nu are nevoie de măsurarea exactă, ci este interesat îndeosebi de raportul dintre înclinarea stratelor şi suprafaţa reliefului. Acest raport apare adesea foarte evident pe modelul stereoscopic.

Poziţia stratelor poate fi apreciată şi de pe o singură aerofotogramă. În cazul stratelor orizontale, marginile capătului de strat apar ca nişte linii sinuoase, paralele cu curbele de nivel. Cînd stratele sînt verticale, marginile capătului de strat apar ca linii drepte sau curbate. Cînd stratele sînt monoclinale, marginile capetelor de strat sînt sinuoase. Dacă stratele au aceeaşi înclinare cu cea a versanţilor, vîrful „triunghiului de strat" (aflorimentul stratului are formă triunghiulară) este orientat spre aval; cînd stratele sînt înclinate invers faţă de versant, vîrful triunghiului de strat este orientat spre amonte. De fapt, asemenea situaţii apar şi în regiunile cutate, căci flancurile cutelor se comportă ca unităţi de monoclin.

Poziţia stratelor se reflectă foarte bine în relief. Structurile tabulare generează platouri orizontale slab fragmentate, cu margini care prezintă

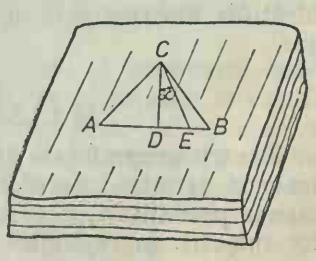


Fig. 51. Determinarea direcţiei şi înclinării stratului pe modelul stereoscopic:
A, B — *puncte pe faţa stratului, situate la acelaşi nivel;* C — *punct pe faţa stratului, situat mai sus ca* A *şi* B; AB — *direcţia stratului.*

abrupturi şi trepte generate de stratele mai dure. În regiunile monoclinale apar platouri structurale înclinate conform cu înclinarea stratelor şi cueste care retează stratele în cap. În regiunile cutate pot apărea culmi anticlinale, văi şi depresiuni sinclinale, dar pot apărea şi inversiuni de relief (v. pl. VI). În acest ultim caz, anticlinalele sînt puse în evidenţă de butoniere (cueste faţă în faţă), iar sinclinalele sînt trădate de cueste cu frontul spre exteriorul sinclinalului. Domurile sînt marcate de cueste circulare, cu fruntea spre centrul domului (pl. V).

Structura reţelei hidrografice poate reflecta trăsăturile tectonice ale unei regiuni. Pe structura tabulară reţeaua hidrografică se dezvoltă normal, în funcţie de litologie. În regiuni monoclinale apar caracteristice rîurile cu văi subsecvente (monoclinale sau ortoclinale), adesea transformate în adevărate depresiuni la poalele unor frunţi de cueste principale, văi consecvente (cataclinale) şi obsecvente (anaclinale). Pentru regiunile cutate, reţeaua hidrografică poate fi adaptată la structură şi apar văi sinclinale, dar reţeaua poate fi neadaptată şi apar văi anticlinale sau văi transversale, cu aspect de defileu. Adesea, configuraţia în plan orizontal a văii trădează caracteristicile structurale, ocolind anticlinalele şi orientîndu-se în lungul sinclinalelor.

În unele cazuri, dispunerea vegetaţiei cu precădere pe anumite strate marchează configuraţia structurilor geologice.

Accidentele rupturale (faliile) şi fisurile pot fi observate pe aerofotograme sub forma unor aliniamente care pun în contact suprafeţe cu tonuri diferite, reprezentînd roci diverse la zi sau soluri litogene cu proprietăţi diferite ori pot fi observate diferenţe în învelişul vegetal, rezultate din caracterul diferit al eluviului şi solului format pe el.

În relief se impun unele falii prin denivelări cu abrupturi de falie, caracteristice în cazul faliilor active.

Reţeaua hidrografică se adaptează, adesea, la structură prin instalarea unor sectoare de rîuri în lungul faliilor. Apariţia reţelei hidrografice cu sectoare de rîuri dispuse în lungul unor aliniamente, cu coturi bruşte indică prezenţa faliilor. De obicei, sînt adaptate la liniile rupturale atît rîurile mari, cît şi cele mici. Uneori, pînă şi ravenele şi văile torenţiale se instalează pe fisurile care afectează rocile dure.

Reţeaua de fisuri poate fi pusă în evidenţă de vegetaţie, care este mai bine dezvoltată pe scoarţa de alterare acumulată în fisuri şi care înmagazinează mai bine apa şi oferă şi substanţele minerale.

Intruziunile, dyk-urile, filoanele pot apărea ca proeminenţe în relief sub formă de măguri, piscuri, ziduri ciclopice, în cazul în care sînt alcătuite din roci mai dure decît cele înconjurătoare. În unele cazuri însă ele dau forme negative, de şanţuri sau microdepresiuni, dacă sînt alcătuite din roci care se dezagregă şi se alterează mai uşor ca cele din jur.

III.4.1.5. Detectarea mişcărilor tectonice

Pentru geograf este important să poată depista mişcările actuale ale scoarţei terestre. Aerofotogramele şi modelele stereoscopice oferă asemenea posibilitate, deoarece pe ele pot fi observate unele efecte ale acestor mişcări. În regiunile de scufundare a scoarţei se observă aluviona-

rea intensă, divagarea rîurilor, lipsa teraselor (care pot fi îngropate), iar în regiunile de litoral apar semnele transgresiunii. Adesea, regiunile de scufundare reprezintă piețe de adunare a apelor. În regiunile de înălțare apar semnele unei eroziuni intense, rîurile au albii adîncite și sînt întovărășite de terase inferioare bine dezvoltate. Pe litoral apar urme de regresiune. Rețeaua hidrografică prezintă caracter divergent față de regiunile de înălțare sau rîurile descriu ocoluri mari, fiind deviate lateral. Prezența unor rupturi de pantă în văi, fără cauze evidente de ordin litologic, poate trăda existența unor mișcări diferențiale, cu falii active, care au joc pe verticală.

Geologii pot detalia mult și pot da un caracter de mai mare exactitate observațiilor efectuate pe fotogramele aeriene. Ei pot ajunge la detectarea unor zăcăminte de minerale utile.

III.4.2. Aerofotointerpretarea reliefului

În imaginile fotogrammetrice, formele de relief care constituie suportul peisajului geografic sînt, în mod obișnuit, deosebit de vizibile și expresive, putînd fi folosite atît pentru descifrarea trăsăturilor proprii acestora cît și, indirect, în vederea reconstituirii și observării particularităților celorlalte componente existente în cadrul unui teritoriu.

Pentru a realiza o fotointerpretare cît mai corespunzătoare a reliefului, este necesară respectarea unor măsuri și operații de lucru, acestea vizînd o serie de cerințe cu specific tehnic fotogrammetric, o anumită pregătire geografică generală, cît și una specială aparținînd domeniului geomorfologic.

Alegerea materialului fotogrammetric în acest scop se face, de exemplu, în funcție de unele *caracteristici tehnice specifice:* categoria de imagine în funcție de poziția axului optic de aerofotografiere; plafonul de zbor; scara aerofotogramelor; tonul sau culoarea filmului ori a aerofotogramei etc. Asemenea cerințe sînt determinate de multiplele scopuri pe care le poate avea fotointerpretarea: analiza reliefului la nivel de forme majore sau microforme; gradul de fregmentare al reliefului; condițiile de acoperire cu păduri, culturi, diferite construcții etc.; necesitatea efectuării unor măsurători de o anumită precizie pe materiale fotogrammetrice și elaborarea cartărilor; urmărirea proceselor de degradare a reliefului ș.a.

Întocmirea tipului de fotoasamblaj se face în raport de metodologia fotointerpretării, înțelegînd prin aceasta folosirea diferențiată a *cupluri*lor *de imagini stereoscopice; benzilor* sau *seriilor; mozaicurilor; fotoschemelor; fotoplanurilor* etc.

Echiparea fotoasamblajelor cu diferiți coeficienți și parametri matematici și speciali, geometrici, necesari efectuării de măsurători și calcule pe imaginile aerofotogrammetrice. În această categorie de operații se încadrează: calcularea scării proprii (exacte) a aerofotogramelor; cunoașterea valorii bazei de aerofotografiere; stabilirea punctului central sau de bază; determinarea punctelor principale pe cupluri; efectuarea unor construcții geometrice pentru măsurători pe aerofotograme etc.

Alegerea instrumentelor sau aparatelor pentru fotointerpretare se stabileşte în funcţie de scopul urmărit în analiza reliefului: informaţii de ordin general; măsurători şi cartări de detaliu; cunoaşterea tipurilor genetice de forme de relief; urmărirea dinamicii proceselor de modelare actuală a reliefului etc. Pot fi utilizate: stereoscoape de diferite fabricaţii şi condiţii de dotare; interpretoscoape; camere clare etc.

Fotointerpretarea reliefului se face *în condiţii de laborator,* cînd ea poate fi realizată printr-un sistem deosebit de complex de analiză, conducînd la elaborarea unor materiale cartografice de o mare exactitate şi *pe teren,* unde identificările directe cu realitatea din natură permit o cunoaştere detaliată şi de o extremă actualitate a celor mai recente aspecte ale reliefului. Pe teren se procedează la cartarea geomorfologică, folosindu-se pentru orientare şi identificare imaginile aerofotogrammetrice.

Aerofotogramele constituie un mijloc excelent şi de un foarte mare randament pentru interpretarea geomorfologică, datorită multiplelor posibilităţi pe care le oferă stereomodelele în privinţa exprimării complete a trăsăturilor formelor de relief, proprietăţilor metrice ale imaginilor şi gradului ridicat de precizie al măsurătorilor. De aceea, fotointerpretarea geomorfologică se poate desfăşura cu succes, atît în etapa de laborator sau cabinet de lucru, cît şi în faza activităţilor pe teren cînd, în mod obişnuit, se procedează mai mult la identificări de amănunt, completări, corectări şi actualizări de ultim moment.

Cînd scara de aerofotografiere este mare şi foarte mare, *indiciile de ordin geomorfologic* funcţionează pînă la nivelul celor mai mici detalii, aproape fiecare microformă de relief fiind descifrabilă, exprimînd, prin intermediul *indiciilor indirecte,* multiple trăsături ce aparţin şi altor componente fizico-geografice şi de antropizare. De asemenea, multe dintre particularităţile reliefului aerofotografiat reflectă, mai mult ori mai puţin nuanţat, corelaţii cu alcătuirea geologică. Rezultă că fotointerpretarea geomorfologică utilizează nu numai parametrii de descifrare, care sînt specifici reliefului în sine. Ca urmare, este cît se poate de util să se opereze cît mai multe comparaţii între relief şi alte componente peisagistice. În cazul regiunilor cu relief foarte puţin fragmentat şi accidentat, ale cărui trăsături sînt în general uniforme, indiciile directe de factură geomorfologică trec mai mult în domeniul detaliilor şi al microformelor, apelîndu-se mai frecvent la criteriile indirecte. Creşterea volumului de indicii indirecte pentru analiza reliefului pe aerofotograme are loc şi atunci cînd trăsăturile acestuia sînt mascate, total ori parţial, de o altă componentă naturală a peisajului geografic (de exemplu, de vegetaţie, soluri şi depozite groase de pantă, în situaţia microformelor ori a formelor minore în general; de nivelul ridicat al apelor în albii de rîuri sau în lungul ţărmurilor etc.). Intervenţia criteriilor indirecte devine mai cuprinzătoare atunci cînd formele de relief şi suprafeţele care intră în alcătuirea lor sînt intens şi diversificat utilizate din punct de vedere antropic. Aproape fiecare peisaj geomorfologic, care suportă integral un tip de peisaj umanizat, necesită aplicarea unui volum sporit de indicii de analiză indirectă pentru stabilirea trăsăturilor formelor de relief modificate şi acoperite de elemente artificiale. Prin utilizarea sistemelor de indicii, în astfel de împrejurări, se ajunge în

paralel și la cunoașterea valorificării diferențiate a terenurilor, în funcție de condițiile oferite de formele de relief. Operația poate reprezenta și o etapă de lucru specifică în problemele care interesează bonitarea terenurilor și elaborarea hărților de acest gen.

Ținînd seama de principalele caracteristici care vizează cunoașterea și studierea formelor de relief, fotointerpretarea geomorfologică poate fi aplicată în cîteva direcții principale.

III.4.2.1. Aerofotointerpretarea caracterelor morfografice

Între trăsăturile deosebit de expresive pe imaginile aerofotogrammetrice se află cele care aparțin morfografiei reliefului, a căror calitate specifică constă în *desemnarea particularităților fizionomice*, adică de înfățișare exterioară. Cum trăsăturile de formă ale reliefului constituie o rezultantă mai mult sau mai puțin directă a condițiilor de geneză, evoluție, cronologie (vechime), se impune ca observarea și interpretarea acestora pe imaginile aerofotogrammetrice să se facă cu competență științifică, siguranță și claritate. Pentru morfografie un rol important îl au liniile de contur, care definesc forma de relief, poziția ei spațială și dimensiunile sale. În funcție de o serie de particularități ale formelor de relief, condiții de existență în peisajul geografic și raportul cu alte componente de interferență, liniile de contur pot prezenta intensități diferite, continuitate ori discontinuitate, aspect dublu ori simplu, subțire sau gros etc. De exemplu, asemenea diferențieri sînt relativ evidente, comparînd formele mari cu formele mici și foarte mici de relief; formele de acumulare cu cele predominant de eroziune; formele de relief petrografic, modelate pe o rocă mai dură spre deosebire de cele sculptate pe formațiuni geologice mai moi ș.a. Franjurarea și discontinuitatea liniilor de contur pot conduce la identificarea morfografică ce caracterizează relieful vechi, ruiniform sau rezidual, intens degradat ori erodat.

Umbrele, nuanțele de intensitate, contrastele tonurilor de alb-negru ori pentru diferite culori sînt în măsură să ne identifice morfografia reliefului din perimetrele albiilor de rîuri (ostroave, bancuri de aluviuni emerse și puțin submerse, renii, grinduri, canale și gîrle etc.). De asemenea, schimbarea aspectului profilului versanților și al suprafețelor de racord (convex, concav, drept, mixt), remarcarea abrupturilor date de unele forme de relief, succesiunea treptelor morfologice etc. rezultă, adeseori, pe aerofotograme datorită modului de înfățișare al umbrelor, intensităților și tonurilor cromatice gradate ori de contrast, cît și combinării tuturor acestora cu liniile de contur.

Caracterele de forme: ascuțite; zimțate sau fierăstruite; cu aspecte de muchii, creste foarte înguste; suprafețe rotunjite, plane ori bine nivelate etc., rezultă în condiții corespunzătoare, atunci cînd fotointerpretarea face uz de astfel de indicații care, în funcție de împrejurări, îndeplinesc rolul de criterii directe ori indirecte.

În procesul fotointerpretării se recomandă urmărirea, mai întîi, a trăsăturilor morfografice generale sau de ansamblu și ulterior, dar și comparativ cu primele, particularităților de un anumit detaliu. Cartările care se fac în procesul fotointerpretării permit *elaborarea hărților morfogra-*

fice, profilelor sau secțiunilor geomorfologice, reprezentării formelor de relief în perspectivă spațială (schițe panoramice și blocdiagrame etc.) (v. pl. XX, XXI).

III.4.2.2. Aerofotointerpretarea caracterelor morfometrice

Indiciile de tip morfometric aparținînd reliefului sînt cît se poate de numeroase și evidente pe materialele aerofotogrammetrice. *Metodologia generală*, cea mai cuprinzătoare, constă în folosirea morfometriei comparate, în măsură să ne orienteze cu aproximație în privința dimensiunilor formelor. Acest gen de *fotointerpretare prealabilă* sau *orientativă* se bazează pe indicii directe și indirecte, prin intermediul cărora dimensiunile unei forme sînt comparate cu dimensiunile altor forme de relief, situate în imediata apropiere. De exemplu, folosind lungimea umbrei se pot face aprecieri asupra înălțimilor absolute și relative ale formelor de relief. Intensitatea umbrelor ori a luminozității suprafețelor și părților care intră în alcătuirea formelor de relief reprezintă un mijloc cu ajutorul căruia se deduc cu aproximație intervalele de mărime ale înclinării versanților, fronturilor de cueste, frunților de terase, adîncimea culoarelor de vale etc. Modului de comparație indirectă de acest gen i se poate alătura comparația directă a dimensiunilor formelor, a gradului de fragmentare pe orizontală și pe verticală a reliefului, apreciindu-se anumite proporții (1/2; 1/3; 1/4 etc.).

Morfometria de precizie rezultă printr-o fotointerpretare bazată pe măsurători instrumentale și calcule matematice, ea fiind exprimată prin intermediul *indicilor morfometrici ai densității fragmentării, energiei reliefului, declivității (pantelor), hipsometriei absolute și relative, ritmului sistematic al fragmentării* ș.a.m.d.

Stereoscopul dotat cu stereomicrometru, *interpretoscopul*, cît și alte instrumente mai simple ori mai complexe permit măsurători planimetrice pentru lungimi, lățimi și areale, iar diferențele de paralaxe, deplasarea radială și mărimea umbrelor, calcularea înălțimilor, valorii pantelor etc. Fotointerpretarea morfometriei de precizie a reliefului poate urma fazei de fotointerpretare morfometrică prealabilă sau orientativă, după cum atunci cînd există suficientă experiență în descifrarea materialelor aerofotogrammetrice se trece direct la calcule și măsurători asupra reliefului care este studiat.

Analiza și obținerea valorilor diferiților parametri morfometrici dau posibilitatea întocmirii *profilelor* sau *secțiunilor geomorfologice; hărților analitice* pentru densitatea fragmentării (v. pl. XXII, XXIII), energia de relief, pante, hipsometrie, ritmul fragmentării etc. De asemenea, fotointerpretarea morfometrică vizează orice alte aspecte cantitative ale formelor de relief (altitudinea absolută a suprafețelor de nivelare; înălțimea relativă a teraselor; dimensiunile alunecărilor de teren etc.), cît și o serie de caracteristici de ordin calitativ.

III.4.2.3. Aerofotointerpretarea morfogenezei reliefului

Condițiile în care iau naștere formele de relief și categoriile lor genetice pot fi identificate pe imaginile aerofotogrammetrice, atît prin trăsăturile generale ale acestora sau de ansamblu, cît și printr-o *foto-*

interpretare selectivă. Asemenea modalități de cercetare pe bază aerofotogrammetrică conduc la *fotointerpretarea analitică* (a oricărui tip genetic de formă de relief, iar prin corelații, comparații și deducții la stabilirea unor vîrste relative și la probabilitatea unor cronologii absolute). Pentru a răspunde în bune condiții cerințelor esențiale ale fotointerpretării aspectelor de geneză și vîrstă a formelor de relief, mai ales atunci cînd se urmărește și o cartografiere corectă și amănunțită, se recomandă o parcurgere succesivă a operațiilor de lucru. Se începe cu analiza globală sau de ansamblu, se continuă cu fotointerpretările selectivă și analitică și se încheie cu încercările de stabilire a vîrstelor corespunzătoare formelor de relief. Fiecare dintre aceste faze de lucru se caracterizează printr-un specific al procedeelor de fotointerpretare și conduc la rezultate de o anumită valoare cantitativă și calitativă.

Fotointerpretarea globală (de ansamblu sau generală) are ca obiectiv principal orientarea largă asupra caracterelor și provenienței genetice a peisajului geomorfologic cuprins în imaginea aerofotogrammetrică care se studiază. *Ea se bazează pe o reconstituire paleogeomorfologică pentru întregul spațiu aerofotografiat*, datorită căreia pot fi identificate cele mai generale și cuprinzătoare ansambluri de relief, pe fondul cărora s-au constituit marile trepte genetice ale reliefului, compartimentele sale majore. Într-o astfel de fază se constată, de exemplu, dacă imaginea cuprinde o subunitate depresionară intramontană, submontană, subcolinară, un relief de podiș, o regiune piemontană etc. Pentru o cît mai concludentă cunoaștere morfogenetică, se urmăresc prin sistemul criteriilor directe și indirecte aspectele de reflectare a raporturilor dintre unele condiții geologice (tectonică, structură, petrografie) și aliniamentele de primă importanță ale reliefului, a căror geneză și evoluție în timp și spațiu dovedesc amprentele acestor corelații (v. pl. VIII, IX). De exemplu, dacă factorul genetic inițial al unei depresiuni l-a constituit prăbușirea tectonică, se cercetează cu atenție pe imaginile aerofotogrammetrice perimetrele ramei depresiunii marcate de o denivelare bine pronunțată în relief. În această orientare de o largă generalizare sînt luați în considerație diferiți parametri morfometrici și particularități morfografice. Privindu-se imaginile aerofotogrammetrice se descifrează cele mai evidente grupări sau diferențieri ce se desprind din ansamblul reliefului (cele mai înalte și extinse spații interfluviale; sectoarele depresionare și culoarele de văi; arealele care ilustrează un relief de tranziție etc.).

Fotointerpretarea selectivă are ca scop descifrarea pe materialele aerofotogrammetrice a unor *tipuri sau categorii genetice de relief*, de exemplu, identificarea formelor de relief petrografic și, în cadrul acestora, a morfologiei specifice rocilor sedimentare, eruptive, metamorfice. De asemenea, pentru o categorie de relief petrografic, folosindu-se indicii directe și indirecte (nuanță de lumină, aspecte de contur ale formelor, grad de fragmentare, anumite caractere morfografice etc.), se operează o selecție necesară pentru a se distinge un tip genetic de formă a reliefului de un alt tip (de exemplu, dolinele de lapiezuri; un crov de o prăbușire în trepte ș.a.). În mod asemănător, fotointerpretarea selectivă se aplică pentru analiza teraselor în domeniul culoarelor de vale; a formelor de acumulare de cele de eroziune situate la nivelul albiilor

de rîuri etc. Trebuie reținut și faptul că, înseși particularitățile tehnico-optice ale materialelor aerofotogrammetrice generează pe fondul lor o selecție prealabilă a imaginii de moment, în care este surprins fiecare obiect, respectiv formă, component și element spațial din peisajul geomorfologic.

Fotointerpretarea analitică se axează pe o cunoaștere detaliată a trăsăturilor specifice fiecărui grup comun de forme de relief, cît și al formelor considerate separat. Se urmărește obținerea acelor *informații, care indică diferențieri esențiale și neesențiale*, remarcate de la o formă de relief la alta, ca rezultat al procesului genetic. De exemplu, deosebirea unei forme de eroziune modelată într-o rocă dură, în comparație cu o formă similară, care a fost decupată în roci friabile, depozite de pantă etc.; distingerea unor alunecări de teren pe formațiuni argiloase existente „în loc", spre deosebire de o alunecare produsă pe materialele deluviale. Fotointerpretarea analitică include și elemente de apreciere cantitativă (diferiți parametri morfometrici), în măsură să răspundă unor cerințe de identificare mai exactă a tipului genetic de formă de relief (de exemplu, diferențierea pe bază de dimensiuni și unele aspecte morfografice ale ogașelor de ravene; a crovurilor de padine; a dolinelor de uvalii etc.).

III.4.2.4. Aerofotointerpretarea vîrstei reliefului

Poate fi realizată în principal *în sens relativ* și, într-o măsură mai mică, *în limitele impuse de vîrsta absolută* a morfologiei. Indiciile directe și cele indirecte folosite pentru fotointerpretarea reliefului permit stabilirea vîrstei relative raportînd poziția unei forme de relief la alta (o terasă mai veche se vede situată în mod normal mai sus în comparație cu alta mai nouă) (v. pl. XV); suprapunerea sau includerea unei forme într-o altă formă de relief (o alunecare de teren pe o frunte de terasă; un martor de eroziune decupat dintr-o suprafață de nivelare etc.). Stadiul de degradare sau condițiile de conservare specifice fiecărei forme de relief pot ajuta la diferențierea vîrstelor relative cu un anumit grad de asigurare, adică exceptînd efectul, de exemplu al rezistenței diferențiate a rocilor la acțiunea factorilor de degradare fizico-chimică, intervenția activității antropice ș.a. De asemenea, posibilitatea de a interpreta raportul formelor cu proveniența și compoziția depozitelor corelate, cît și stadiul de evoluție în care se prezintă acestea permit într-o anumită măsură analiza vîrstei reliefului pe imaginile aerofotogrammetrice.

III.4.2.5. Aerofotointerpretarea morfodinamicii reliefului

Necesită orientarea analizei pe imaginile aerofotogrammetrice într-o serie de direcții. Pentru o cunoaștere concludentă a dinamicii modelării actuale a reliefului se recurge inițial la *reconstituirea cît mai multor caracteristici ale morfodinamicii vechi* (alunecări de teren fixate sau semimobile, organisme torențiale ajunse în faza de stingere, conuri de dejecție acoperite cu vegetație etc.) (v. pl. XIX.). În cazul în care se efectuează o cartare, se extrag anticipat asemenea trăsături ale modelării anterioare a reliefului, după care se urmăresc și se reprezintă pe hartă

de lucru *procesele și formele constituite recent* și *axate pe fondul celor dintîi*. De la această fază a fotointerpretării se pătrunde în amănunt în depistarea tuturor proceselor și formelor de relief actuale, cartările făcîndu-se în funcție de situații, la scară ori în afara scării bazei de analiză fotogrammetrică. *Detaliile și precizările rezultate din observațiile pe teren* au rolul, în aceste împrejurări, să contribuie la o mai bună clarificare a unor situații remarcate pe aerofotograme, eliminîndu-se erori posibile, și să aducă completări necesare.

Fotointerpretarea aspectelor de prognoză asupra dinamicii modelării reliefului constă în mod deosebit în depistarea formelor minore și a celor care reflectă un grad mai mare de instabilitate în timp și spațiu (bancuri de aluviuni în albii minore, ostroave, prăbușiri în maluri abrupte, solifluxiuni, curgeri noroioase, eroziune în adîncime și areală etc.). Pentru asemenea date, atunci cînd sînt cartografiate pe aceeași hartă cu procesele și formele de relief actuale, se folosesc culori și semne convenționale distincte. Unele măsurători morfometrice efectuate pe aerofotograme în legătură cu prognoza dinamicii reliefului se pot înscrie și prin valori exprimate în cifre lîngă semnele convenționale de pe hartă. De obicei, cartările cu profil de prognoze se realizează separat, pentru a nu se încărca harta cu procese actuale, ținînd seama și de faptul că *un asemenea document cartografic se poate completa și corecta*, după o perioadă de timp, *cu noi informații obținute de pe ridicări aerofotogrammetrice care se vor efectua în perspectivă*. De asemenea, pe hărți de acest gen se pot suprapune anumite date extrase de pe aerofotograme și care vizează probleme de *utilizarea și bonitarea formelor de relief* în diferite scopuri economice.

III.4.3. Aerofotointerpretarea aspectelor climatice și meteorologice

În fotointerpretarea aspectelor climatice și meteorologice, fotointerpretatorul se bazează pe analiza elementelor componente ale peisajului aerofotografiat și pe legătura acestora cu condițiile climatice și meteorologice (v. pl. I). Pe această cale, fotointerpretatorul poate ajunge să deducă o serie de informații asupra caracteristicilor unor factori climatogeni, cît și asupra valorii și regimului unor elemente climatice.

III.4.3.1. Analiza factorilor climatogeni

Dintre factorii climatogeni care figurează pe aerofotograme și în modelele stereoscopice pot fi amintiți, mai întîi, relieful și caracterul suprafeței active.

Relieful apare bine reprezentat îndeosebi în stereomodele și se pot aprecia influențele climatice și meteorologice pe care le exercită el prin forma și prin altitudinea sa. Totodată, relieful permite să se poată calcula un alt factor climatogen de bază: radiația solară.

În fond, formele de relief sînt alcătuite din diverse suprafețe (plane sau curbe), care au înclinări și orientări diferite. Or, se știe că, la o anumită latitudine, cantitatea anuală de radiații solare incidente pe o por-

țiune de teren este în funcție de orientarea și înclinarea acesteia. Deci este suficient să se delimiteze porțiunile de relief care se încadrează în anumite valori de pantă și cu anumite orientări ca să se poată, apoi, calcula, pentru fiecare categorie, cantitatea de radiații și să se tragă concluzii microclimatice și topoclimatice.

Calculînd panta pentru suprafețe relativ omogene (vezi cap. III.2.5.), se delimitează sectoarele respective pe o folie transparentă suprapusă uneia din aerofotograme și se înscriu valorile în arealele respective. Pe altă folie se delimitează sectoarele de versant pe grupe de orientare (N; NE, E, S, SV, V, NV). Suprapunîndu-se cele două schițe, se delimitează sectoarele cu anumite pante și orientări (de exemplu, 20—30°, N; 1—10° E). Folosind o nomogramă, ca cea Kaempfert-Morgen (fig. 52), se poate afla valoarea radiației, în kcal/cm²/an, pentru fiecare sector. Se obține astfel o hartă a valorii radiației solare pentru regiunea respectivă.

Pe aerofotograme sau pe stereomodele se poate stabili, cu destulă exactitate, caracterul suprafeței active, întrucît se văd suprafețele acvatice, cele acoperite cu diverse tipuri de vegetație naturală sau culturi, solul sau rocile nude, suprafețele clădite, drumurile etc. Se pot delimita, pe o folie transparentă suprapusă pe o aerofotogramă, sectoarele cu anumite tipuri de suprafață activă.

Deși dinamica atmosferică, ca factor climatogen de mare importanță, nu este reprezentată pe aerofotograme, în unele cazuri se pot deduce

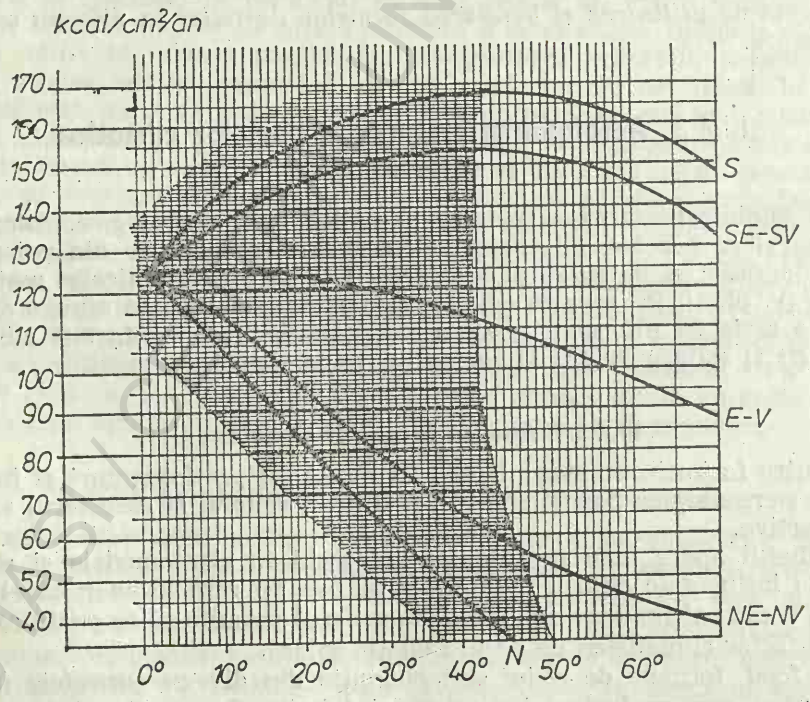


Fig. 52. Nomograma Kaempfert-Morgen pentru determinarea insolației în funcție de unghiul de pantă și de expoziția versantului.

anumite caracteristici ale ei. Astfel, deformarea coroanei unor arbori, existența unor dune sau a parazăpezilor pot indica direcțiile predominante ale vînturilor. Orientarea vîntului în momentul aerofotografierii poate fi indicată de direcția fumului sau prafului emanat prin unele activități umane.

III.4.3.2. Analiza elementelor climatice și meteorologice

Desigur, că, prin aerofotointerpretare, nu se poate realiza o analiză cantitativă exactă a valorilor elementelor climatice și meteorologice. Se pot face însă unele aprecieri destul de valoroase.

Indicatorul cel mai important îl constituie vegetația, îndeosebi cea spontană, dar și cea cultivată. Se cunosc, în general, cerințele climatice ale diferitelor specii de plante și formațiuni vegetale, încît prezența lor permite să se deducă, cu oarecare aproximație, valorile medii și extreme ale temperaturii, cantitatea și regimul precipitațiilor.

Elementele hidrografice furnizează informații prețioase asupra elementelor climatice. Densitatea rețelei hidrografice și debitul rîurilor depind, între altele, în mare măsură de cantitatea și regimul precipitațiilor. Indicațiile despre regimul torențial al apelor curgătoare (urme de inundații sau despre secarea rîurilor) arată clar că și precipitațiile au un regim asemănător, cu secete și perioade umede cu ploi intense. În același sens pot fi invocate și unele procese geomorfologice, ca eroziunea lineară și areolară activă, aluvionarea intensă, alunecările de teren. Se înțelege că prezența culoarelor de avalanșe, a zăpezilor perpetui și a ghețarilor dă indicații climatice foarte clare.

Unele aspecte ale activității umane pot furniza, de asemenea informații climatice. Astfel din arhitectura clădirilor se pot trage unele concluzii: acoperișurile cu înclinare mare indică precipitații și îndeosebi zăpadă abundentă; coșurile numeroase și clădirile industriale bine închise atestă existența perioadelor geroase, la fel ca și prezența serelor și solarilor; parazăpezile și zidurile contra avalanșelor arată frecvența viscolelor și a zăpezilor abundente; prezența sistemelor de irigații indică frecvența secetelor și insuficiența precipitațiilor etc.

Desigur că lista indicatorilor climatici ar putea fi lungită, dar mulți dintre ei au valoare regională și locală încît rămîne în sarcina fotointerpretatorului să îi intuiască.

Odată deduse informațiile despre factorii climatogeni și despre elementele climatice, se poate trece la caracterizarea climatică generală a regiunii examinate.

În ceea ce privește elementele meteorologice, ele pot fi identificate îndeosebi pe fotogramele spațiale efectuate de sateliții meteorologici. Pe acestea apare imaginea sistemelor noroase și se pot sesiza fronturile atmosferice și direcția vînturilor. Valori precise ale temperaturii, umidității aerului și vitezei vîntului pot fi obținute prin unele mijloace de teledetecție, instalate pe sateliții meteorologici. Pe fotogramele aeriene obișnuite nu apar nori decît incidental, căci se aleg perioade de timp senin pentru aerofotografiere.

III.4.3.3. Regionarea topo- și microclimatică

Avînd la dispoziție informațiile amintite anterior, fotointerpretatorul poate schița o regionare topo- și microclimatică, adică poate delimita și caracteriza porțiuni de teren cu condiții climatice specifice. Se înțelege că pentru aceasta el are nevoie de o bună pregătire geografică. Această operație se poate face pe baza hărții radiației solare, a caracteristicilor vegetației, reliefului, hidrografiei și a indicatorilor antropici.

Chiar dacă nu reușește să caracterizeze cantitativ cu mare exactitate elementele microclimatice, detectarea, delimitarea și caracterizarea generală a sectoarelor topo- și microclimatice o poate realiza fotointerpretatorul destul de bine. Rămîne doar ca, prin observații direct la teren, să se verifice unele concluzii și să se aducă precizările cantitative necesare. Asemenea regionări au mare valoare științifică dar mai cu seamă au valoare practică.

III.4.4. Aerofotointerpretarea elementelor hidrologice

Aerofotograma redă fidel prezența apei la suprafața terestră. De asemenea, datorită caracterului indicator al unor obiecte și fenomene, există posibilitatea de a depista, pe aerofotogramă, apa freatică. Imaginile aerofotografice, prin porțiunile lor de culoare relativ închisă, indică prezența apei subterane în apropierea suprafeței terestre. În locurile unde stratul acvifer este intersectat de suprafața topografică, textura specifică a imaginilor, indicată de vegetație, poate trăda prezența izvoarelor.

Cursurile de apă din albie sau apa bazinelor lacustre se imprimă în imagine, în general, în nuanța mai închisă a cenușiului, deoarece coeficientul de remisie a apei este mic și chiar foarte mic. Numai apa brizantă a valurilor sau a repezișurilor apare în culoare mai deschisă sau albă. Față de condițiile remitente normale ale apei limpezi, apa tulbure sau apa poluată apare în imagine în nuanță de culoare închisă fiind considerată drept bază de depistare a sectoarelor de rîu, a suprafețelor de lac sau de mare, unde apa este poluată. Pe imaginile întocmite pentru acest scop se poate depista chiar și sursa de unde provin substanțele poluante. Caracteristicile de salinitate sau de mineralizare ale apelor, în general, impun aplicarea unor procedee de înregistrare speciale, folosind filtre de lumină în spectrul vizibil (0,4—0,7 μ) sau în domeniul spectral al infraroșului apropiat (0,7—08 μ).

În fotointerpretarea elementelor hidrologice ale suprafeței terestre se utilizează, în funcție de problemele urmărite, imagini luate în diferitele domenii spectrale ale radiației electromagnetice. Astfel, pentru cercetarea apelor freatice cu nivel ridicat se întrebuințează film pancromatic (0,376—0,600 μ); umiditatea solului, gradul de limpezime a apelor de suprafață, condițiile topografice ale suprafeței subacvatice de mică adîncime se înregistrează pe film color. Domeniul infraroșu se utilizează pe o scară foarte largă, atît în cercetarea pînzelor de apă freatice, cît și a apelor de suprafață de toate categoriile, în special a celor poluate. Filtrele utilizate la înregistrările multispectrale indică o serie de informații în plus. Radarul depistează, indiferent de condițiile de vreme și de sezon, multe date valoroase, pe care celelalte procedee nu le furnizează.

III.4.4.1. Aerofotointerpretarea apelor subterane

În vederea analizei complexe a condițiilor hidro-geologice și a ușurării cartografierii, practica de aerofotointerpretare utilizează două grupe de procedee:

a) *procedee directe;*

b) *procedee indirecte.*

a) *Procedeele directe* constau în preluări de imagini aeriene în domeniul spectral infraroșu și cu radarul. Aceste imagini delimitează clar diferitele areale care, transpuse pe hărți și concretizate în informații calitative și cantitative, se transformă în surse importante — și exacte — asupra repartiției teritoriale a apelor freatice și a caracteristicilor calitative ale acestora.

b) În analiza și fotointerpretarea *indirectă* a apelor freatice, drept indicatoare sînt unele elemente înregistrate pe imagini, cum sînt: microrelieful, tonul, tipurile de soluri, plantele indicatoare etc. Apropierea de suprafață a apelor freatice se exprimă prin culoarea mai închisă a suprafeței, prin prezența izvoarelor, a plantelor spontane caracteristice sau prin diferențierile în creșterea plantelor de cultură în raport cu cea a împrejurimilor.

H o w e R. H. L. (1958) a întocmit un îndrumător privind cercetarea, cu ajutorul aerofotografiilor, a stratelor acvifere subterane. Indrumătorul lui Howe cuprinde următoarele șase aspecte:

1) Delimitarea bazinelor hidrografice, a sistemelor de irigare și a arealului cu ape de suprafață, pe un fotomozaic.

2) Aerofotointerpretarea stereoscopică a suprafeței teritoriului analizat, inclusiv delimitarea tipurilor genetice de soluri și a plantelor.

3) Delimitarea biotipurilor și a teritoriilor utilizate, a faciesurilor fizico-geografice, interpretarea fenomenelor hidrologice, care indică prezența apelor subterane mai abundente.

4) Delimitarea arealelor în care sînt presupuse orizonturi acvifere.

5) Consultarea documentației bibliografice existente asupra regiunii cercetate, cercetarea în teren și adunarea eșantioanelor, precum și aerofotografierea de la mică înălțime a teritoriilor care ridică probleme deosebite.

6) Întocmirea hărții finale asupra apelor freatice și elaborarea unei dări de seamă asupra rezultatelor aerofotointerpretării.

În astfel de cercetări tematice, scara fotogramelor este în jur de 1 : 40 000 sau mai mică. Asupra regiunilor mai problematice însă se utilizează imagini la scară 1 : 20 000 sau scări mai mari.

Aerofotointerpretarea în vederea căutării apei potabile are o importanță deosebită nu numai în regiunile semideșertice și deșertice, ci și în alte regiuni ale globului. Pentru satisfacerea nevoilor de apă potabilă și de cea industrială, aerofotointerpretarea regiunilor carstice a căpătat o aplicație deosebit de intensă. În acest domeniu de căutare, elementele urmărite în aerofotograme sînt fracturile și dislocațiile descifrabile direct sau indirect, care pot indica prezența rezervelor de apă în adîncurile carstului.

III.4.4.2. Aerofotointerpretarea apelor de suprafață

În analiza și interpretarea cursurilor de apă pe aerofotograme sînt utilizate stereograme obișnuite, preluate pe film pancromatic la scară mijlocie și mică. Acest material pune în evidență aspectele cele mai generale ale rețelei hidrografice și ale apelor stătătoare. Dacă însă dorim să efectuăm delimitări precise de maluri de albie, de țărmuri de lacuri sau să depistăm și să cartăm izvoarele, se recomandă întrebuințarea imaginilor la scară mare (v. pl. II, IV), respectiv a filmelor infraroșii alb-negru, iar la cartarea vegetației acvatice și de mal utilizăm film infraroșu color.

Pentru cercetarea hidrologică și hidrografică a rîurilor C. H. Strandberg propune un îndrumător, care constă în următoarele zece etape:

1) Delimitarea, pe fotomozaic, a bazinelor hidrografice și identificarea cursului principal și a celor secundare. Analiza, pe fotomozaic, pe cupluri stereoscopice și pe benzi de imagini stereoscopice, a caracteristicilor oro-hidrografice și depistarea tiparului rețelei de drenaj.

2) Analiza monofotografică și stereoscopică a profilului longitudinal al albiei tuturor cursurilor de apă din bazin, cu precădere analiza și interpretarea sectoarelor cu repezișuri și rupturi de pantă.

3) Cercetarea și fotointerpretarea regiunilor de obîrșie, depistarea și cartarea izvoarelor și a altor surse care alimentează cursurile de apă permanente.

4) Identificarea și delimitarea precisă, pe stereogramă, a întinderii suprafețelor inundabile.

5) Depistarea locurilor de apariție a liniilor structurale de care se leagă poziția văilor și a albiilor. Analiza structurală, litologică și petrografică, pe imagine și pe teren, a reliefului fluvial din văile bazinului hidrografic.

6) Cercetarea și fotointerpretarea albiei, depistarea sectoarelor caracteristice de albie, potrivite pentru măsurări și reprezentări grafice și cartografice.

7) Analiza și fotointerpretarea tipurilor de pante sub aspect calitativ și cantitativ, inclusiv rolul acestora în evoluția și desfășurarea proceselor hidrologice și hidrodinamice de albie.

8) Măsurarea elementelor morfometrice (adîncimea, lățimea maximă — albia majoră — și lățimea minimă — albia minoră) ale rîului.

9) Depistarea sectoarelor caracterizate preponderent de eroziune și a celor de depunere.

10) Identificarea și marcarea firului cursului de apă.

Pentru completarea acestor indicații menționăm că, în analiza caracteristicilor de albie, de importanță capitală trebuie să fie determinarea indicelui de meandrare în funcție de lățimea luncii și a fișiei de pendulare. Din raportul acestor parametri putem deduce influența tectonicii de fundament asupra morfologiei, morfometriei, morfodinamicii, condițiilor scurgerii solide și lichide din albia unui rău (I. Tövissi, 1974). Mai menționăm importanța întregirii și verificării datelor de fotointerpretare prin observațiile de teren.

Detectarea cursurilor de apă pe aerofotograme se poate efectua cu multă ușurință, deoarece acestea sînt localizate în aliniamentele cele mai

joase ale reliefului și sînt delimitate pe cele două părți caracteristice de versanți.

O problemă importantă o prezintă textura de drenaj. Modul de desfășurare a proceselor de drenaj, cu ajutorul unui singur stereomodel, nu se poate urmări, de aceea, informațiile necesare în acest sens pot fi adunate prin aerofotografierea repetată a bazinului. Imaginile astfel achiziționate permit efectuarea observațiilor spațiotemporale și caracterizarea dinamică și genetică a fenomenelor hidrologice din bazin.

III.4.4.3. Aerofotointerpretarea bazinelor lacustre și a mărilor de mică adîncime

Aspectele urmărite în acest domeniu se referă la condițiile de alimentare, la bilanțul hidrotermic, la evaporare, la condițiile de colmatare, la caracteristicile hidrodinamice, la poluare etc. (v. pl. XXV; XXVI). Șelful sau platforma continentală conține diferite zăcăminte de minerale utile (hidrocarburi, gaze naturale, diamante, aur, platină, plumb, titan, zircon etc.). Suprafețele submerse ale platformei continentale se imprimă pe imaginea fotoaeriană pînă la o adîncime maximă de 20—40 m, dacă apa este limpede și reflectările de lumină sînt minime. Stratul de gheață și planctonul nu favorizează aerofotografierea și, de aceea, cea mai potrivită perioadă pentru această acțiune este vara. Pe filmul fotosensibil se înregistrează o serie de elemente indicatoare (dungi luminoase și întunecoase, pete fără formă precisă, linii și semne curbate, porțiuni în ton variat pe suprafața apei, porțiuni asemănătoare cu cele ale apei în fierbere), care se interpretează după cum urmează: dungile luminoase reprezintă orizonturi de roci de culoare deschisă (calcare); dungile întunecoase marchează roci de culoare închisă; liniile și semnele curbate arată structuri de încrețire; petele fără formă precisă și porțiunile în ton variat pe suprafața apei indică prezența petrolului la adîncime; porțiunile „în fierbere", ce apar în imagine ca niște puncte luminoase pe fond întunecat, indică emanații de gaze. În legătură cu petele uleioase, mai amintim că acestea, pe imaginea color, apar în toate culorile curcubeului, influențînd tonalitatea alb-negru a imaginii, dacă aceasta a fost luată pe film pancromatic. Stratul de petrol întins pe suprafața apei, datorită viscozității mari, atenuează acțiunea vîntului asupra apei. Astfel, locurile de apariție a stratului de petrol se remarcă prin aceea că, în cadrul mării agitate, se prezintă ca porțiuni mai liniștite. Certitudinea existenței petrolului în astfel de locuri se verifică prin aerofotografieri repetate.

III.4.4.4. Aerofotointerpretarea formațiunilor de gheață

Avînd o putere mare de remisie, suprafața gheții apare în imagine în alb sau într-o nuanță deschisă de cenușiu.

În cercetarea calotelor glaciare, a mișcării sistemelor de iceberguri aerofotogramele la scară mare nu sînt utile. Aceste obiecte și fenomene sînt înregistrate pe aerofotograme la scară mică sau mai curînd pe imagini preluate de pe nave orbitale. Acest lucru se dovedește și prin faptul că imaginile orbitale pot să cuprindă regional suprafețe întinse, permițînd analize, interpretări și evaluări globale.

Gheţarii locali şi sistemele acestora, ca şi icebergurile izolate, pot fi înregistrate pe aerofotograme la scară mijlocie sau mare. Fiind de dimensiuni relativ reduse, solicită manipularea unui număr nu prea mare de aerofotograme. Acestea însă trebuie să fie luate în condiţii de cer senin.

La o putere de rezoluţie bună, pe lîngă nuanţă, textura imaginilor ajută mult în identificare. Astfel, pe aerofotograma icebergurilor, care prezintă aceleaşi caracteristici cu cele ale gheţarilor locali, textura şi efectul de remisie indică clar, atît forma şi dimensiunea, cît şi celelalte caractere specifice ale lor, care le deosebesc de suprafaţa apei.

În fotointerpretarea gheţarilor, sub aspect hidrologic, interesează forma, întinderea, volumul, mişcarea şi sursa de alimentare (v. pl. XXVII).

În afara aerofotogramelor pancromatice obişnuite şi color, înregistrările în infraroşu sau imaginile multispectrale, detectările SLAR au cîştigat teren în cercetarea aerospaţială a suprafeţelor glaciare.

Faţă de imaginile aerofotografice obişnuite, sistemul TOROS (sistem radar sovietic, utilizat prima dată de cosmonautul Komarov) permite să se identifice începutul formării gheţarului, care se remarcă prin apariţia în imagine a gheţii grăunţoase (firn): gheaţă tînără, de culoare albcenuşie, cu urme de crăpături-crevase, gheaţă de un an, gheaţă de mai mulţi ani, gheaţă de gheţar vechi.

Fiecare dintre aceste categorii prezintă semne caracteristice folosite drept bază de identificare.

III.4.4.5. Aerofotointerpretarea poluării apelor

Substanţele poluante ajunse în apă se pun în evidenţă pe aerofotogramă printr-o nuanţă de culoare diferită decît culoarea apei. Aceasta poate fi deci un indiciu sigur de detectare a apelor poluate. Prin folosirea unor filtre sau înregistrări multispectrale, prezenţa fenomenelor de poluare se poate detecta mai detaliat. Detectarea în infraroşu indică nu numai prezenţa poluanţilor, dar ajută la depistarea sursei, a calităţii şi cantităţii substanţelor poluante.

În detectarea aerofotografică a poluării apelor, un aspect important este identificarea sectoarelor de confluenţă, a gurilor de vărsare a afluenţilor şi deversoarelor canalelor, căci aceste locuri sînt punctele de aport de apă, unde pot fi recunoscute situaţii variate: vărsarea unui afluent nepoluat, vărsarea unui afluent cu indice de poluare similar cu cel al cursului principal; vărsarea unui afluent mai poluat decît cursul principal, aportul puternic al deversorilor.

Confluenţele se caracterizează prin variaţiuni de nuanţă ce apare pe aerofotograme. Apa limpede ce se varsă în cursul principal se imprimă printr-o nuanţă de culoare închisă. Apa cu temperatură mai ridicată decît rîul principal are culoare mai deschisă decît culoarea apei din rîul principal. Poluanţii coloraţi se detectează uşor, utilizînd film sensibilizat la culori sau pancromatic şi filtre multispectrale. Canalele subterane ale deversorilor pot fi urmărite pînă la origine, pe baza analizei microgeomorfologice a reliefului din regiunea cu apă poluată sau prin analiza atentă a vegetaţiei, căci solul, la canalizare, a suferit deranjamente texturale — morfologice, ceea ce se reflectă fidel în aspectul vegetaţiei de pe aliniamentul canalului subteran.

III.4.5. Aerofotointerpretarea aspectelor biogeografice

Fotointerpretarea vegetației are două aspecte tematice fundamentale:

a) de cercetare și evaluare geobotanică științifică;

b) de aplicație practică în economie a compoziției și a calității masei vegetale.

Vegetația apare nemijlocit în imagine, în special în stereogramă. Ca atare, putem analiza la stereoscop, în detalii, în funcție de scară, fizionomia, aranjamentul spațial, forma și culoarea sau nuanțele specifice ale diferitelor asociații, respectiv formațiuni vegetale. Aceste elemente indică o serie de aspecte ale mediului ambiant, inclusiv activitatea omului și influențele acestuia.

La fotointerpretarea vegetației, în primul rînd își spune cuvîntul calitatea materialului aerofotogrammetric.

Imaginile pancromatice și color sînt întrebuințate vara și toamna. Imaginile luate vara dau indicații privind arealul, cele luate primăvara și toamna oferă posibilități de descifrări de nuanțe de culori, servind la identificarea diferitelor specii de arbori și stării lor fenologice. Pe baza acestor imagini se poate efectua inventarul vegetației spontane și al celei cultivate.

Imaginea în infraroșu se folosește la diferențierea elementelor ierboase de cele arbustive și arborescente, a foioaselor și a rășinoaselor, fiind utile și pentru detectarea diferitelor invazii de insecte, a maladiilor, a eventualelor incendii de păduri, ierburi, cereale etc.

Imaginea spectrozonală-multispectrală reflectă diferite aspecte în funcție de filtrul folosit, permițînd determinări detaliate.

Imaginea radar se întrebuințează, atît pentru identificarea limitelor asociațiilor vegetale, cît și pentru determinarea gradului de umiditate, de fertilitate a solului; reprezintă un mijloc eficient în căutarea și identificarea speciilor de plante, în determinarea vîrstei, densității și mărimii arboretelor.

Printre condițiile de bază ale fotointerpretării vegetației amintim *perioada de aerofotografiere*. În această privință se conturează păreri echivoce atît sub aspectul folosirii emulsiei fotosensibile, cît și sub cel al sezonului de înregistrare (anotimpul în care arborii și arboretele, plantele, în general, prezintă cele mai specifice caractere). Dat fiind faptul că spre mijlocul verii pigmentarea frunzișului pe deplin dezvoltat este maximă, nuanțele de culoare se uniformizează puternic ceea ce îngreunează separarea speciilor. De aceea, perioada cea mai potrivită pentru aerofotografiere este începutul sau sfîrșitul verii, cînd frunzișul nu se găsește în maximul de pigmentare (A. Kiss, 1974).

Indiciile (criteriile) de identificare a speciilor vegetale, în fotointerpretare, sînt *configurația (forma)* și *umbra, culoarea* și *tonul, textura, structura* sau *modelul.*

Forma coroanei. Coroana arborilor proiectată în plan prezintă o bază sigură de recunoaștere și identificare, căci în imagine coniferele, de ex., se diferențiază net de foioase, prezentînd și conformația specifică. Astfel, molidul are aspect stelar, cu brațe bine evidențiate, bradul are formă

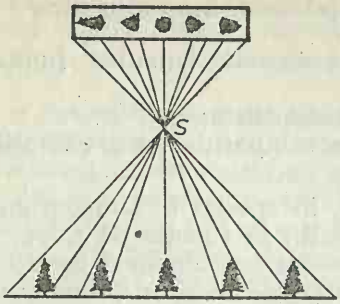


Fig. 53. Reprezentarea arborilor în diferite părți ale aerofotogramei verticale.

rotundă, cu margini ușor crestate, laricele are proiecție rotundă, cu contur dințat, iar gorunul, cu coroana sa rotundă, se distinge de fag, care prezintă contururi mai regulate.

Umbra reproduce arborii în profil, înlesnind identificarea lor. Servește astfel, pe lîngă identificarea speciei, și la determinarea unor elemente morfologice și morfometrice. Umbra proiectată poate fi un criteriu sigur la identificarea molidului, bradului, pinului, gorunului și fagului.

Culoarea și tonul. Nuanța de culori a aerofotogramei este rezultanta mai multor factori: culoarea diferită a speciilor, gradul diferit de emisie-remisie a luminii, densitatea diferită a plantelor, a frunzișului, gradul diferit de dezvoltare etc. Fiecare specie de arbore deci, prin proprie-

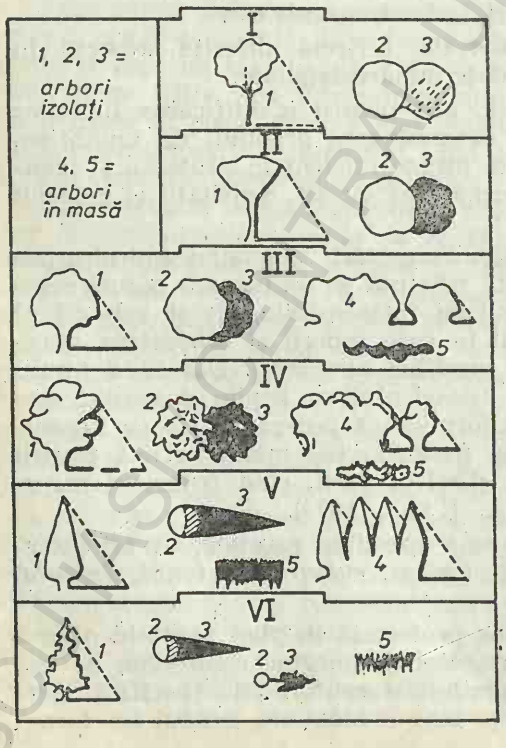


Fig. 54. Semne caracteristice de recunoaștere și identificare a unor arbori (după Rey):

1 — *silueta la arbori izolați;* 2 — *imaginea proiectată pe aerofotogramă;* 3 — *umbra proiectată;* 4 — *silueta la grupuri de arbori;* 5 — *umbra grupurilor de arbori;* I — pin de Alep: *imagine cu contur imprecis, transparent, sol vizibil, umbră slab conturată;* II — pin: *imagine circulară cu contur bine exprimat, omogen, umbră compactă, cu ramuri nedetașate;* III — fag: *imagine rotundă, omogenă, fără asperități de contur, umbră compactă, circulară;* fagi în grup: *imagine cu aspect spongios caracteristic, lizieră ondulată;* IV — castan comestibil izolat: *imagine rotundă, colțuroasă în ansamblu, cu rugozitate aparentă în detaliu, umbră colțuroasă, uneori cu spărturi;* castani în masă: *apar ca arbori individualizați;* V — brad izolat: *imagine clară, cu aspect de punct netransparent, umbră compactă, cu contur convex;* brazi în masă: *aspect granular oolitic, lizieră caracteristică;* VI — molid: *caractere asemănătoare cu ale bradului, dar cu umbră mai efilată, slab concavă, lizieră caracteristică.*

Specia	Forma coroanei văzută de sus: Proiecția orizontală	Alcătuirea coroanei	Periferia coroanei	Vîrful coroanei	Coroana și trunchiul	Stațiunile preferate	În asociație cu:
Pinus strobus (pin neted)		„Spițe de roată", ramuri columnare, coroană piramidală	Lingulată	Obtuz		Soluri reavăne și lutoase, suportă solurile nisipoase	Specii de pini, *Acer sacharinum*, *Picea glauca*
Pinus resinosa		Ramuri îngrămădite, sub formă de glomerule, cu pete închise	Rotundă, ovală, ondulată	Evident rotunjit		Se mulțumește cu soluri nisipoase sau argile nefertile	Specii de pin, plop tremurător, *Betula papyrifera*
Pinus banksiana		Structură fină, coroană rară, neregulată, ramuri svelte, uscățive	Loburi fin ori dur dințate	Rotunjit		Este nepretențios și crește în diferite stațiuni	Plop tremurător, *Betula papyrifera*, *Picea mariana*
Picea glauca		Crengi dispuse etajat și columnare. în „spițe de roată"	Cu loburi fin sau dur dințate	Ascuțit		Soluri reavăne bine drenate	Plop tremurător, *Betula papyrifera*, brad de Canada
Picea mariana		Crengi dispuse etajat, aglomerat	Sinuoasă. fin dințată	Ascuțit		Nepretențios față de sol	Plop tremurător, *Pinus banksiana*
Thuia occidentalis (tuia)		Pete mici, deschise în frunziș vîrf stelat	Sinuoasă, fin dințată	Ascuțit stelat		Soluri superficiale, pe calcare (rendzine)	Brad de Canada, specii de molid, *Acer sacharinum*
Abies balsamea (brad de Canada)		Densă, conică, adesea cu vîrf evident	Rotundă, întreagă	Puternic ascuțit		În diferite stațiuni	Specii de molid, *Pinus banksiana*
Populus balsamifera		Conică, îngustă	Sinuoasă, fin dințată	Ascuțit, la copacii bătrîni rotunjit		Sol adînc, umed de-a lungul rîurilor și în mlaștini	Plop tremurător, *Betula papyrifera*, diferite specii de molid
Populus tremuloides		Coronament și frunziș rar, luminos	Rotundă, ușor dințată	Puternic rotunjit		De obicei de-a lungul rîurilor și în cîmpii	Mesteacăn, plop balsamifer, diferite specii de pin
Betula papyrifera		Frunziș rar, luminos, tulpina adesea puternic ramificată	Sinuoasă, fin dințată	La copacii bătrîni puternic rotunjit		În general de-a lungul rîurilor și în cîmpii	Plop, *Pinus banksiana*, diferite specii de molid
Acer rubrum (arțar roșu)		Ramuri columnare	Sinuoasă, fin și dur dințată	Plan, nediferențiat		Crește în multe stațiuni, preferă soluri bine drenate	Ulm american, *Fraxinus nigra*, *Tsuga canadensis*

Fig. 55. Tabel-cheie pentru identificarea unor specii de arbori (după S. Schneider, 1974).

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

tăţile de remisie a frunzişului, se imprimă într-un mod particular în aerofotogramă deosebindu-se astfel de celelalte specii. Pe aerofotogramele alb-negru, culoarea este înlocuită prin tonuri de gri. Astfel, bradul apare în imagine în ton închis, opac, molidul în ton deschis, fagul în ton deschis-strălucitor, gorunul prezintă nuanţe deschise, mate. Tonul carpenului apare ca cel al fagului şi gorunului, evidenţiindu-se însă prin aspectul său lăptos, iar mesteacănul şi plopul se prezintă ca şi fagul, dar mai pufos.

Textura exprimă gradul de asperitate sau de netezime a aerofotogramelor cu păduri. Variaţiile specifice în textura coroanei arborilor sînt importante pentru determinare şi identificare. Multe specii apar în mănunchi, cu plafonul accidentat, realizînd astfel grupări în formă de boschete; altele apar cu un plafon orizontal uniform, iar altele cu plafonul vălurit etc. În cazul unor păduri de foioase, acest criteriu poate deveni hotărîtor. Făgetele apar cu o textură clară, cu mici denivelări şi cu suprafaţă picotată ca hîrtia-sticlată. Gorunetele prezintă textură vălurită, cu ondulaţii, bine exprimate. În detaliu însă suprafaţa este mult mai netedă şi fără asperităţi. Cărpinetele apar cu textură asemănătoare făgetelor, dar nici acestea nu imprimă în imagine asperităţi. Răşinoasele se imprimă cu textură dură, rugoasă, cu asperităţi mari.

Structura (modelul). Aranjamentul coroanei arborilor dă un model caracteristic fiecărei asociaţii, prin care se disting speciile componente ale asociaţiei respective. Organizarea spaţială, respectiv structura poate fi un indice cheie pentru identificarea vegetaţiei, căci unele specii, de exemplu, sînt legate de cursurile de apă, de interfluvii, de versanţii cu expoziţie sudică, nordică etc. Pe de altă parte, locul pe care îl ocupă arborii în relief este un criteriu indirect de identificare. Astfel, în condiţiile fizico-geografice ale regiunilor muntoase, de exemplu, în fundul văilor vom găsi molidul, iar în regiunile deluroase luncile găzduiesc carpenul. Pe locuri mai înalte, pe culmi, se dezvoltă gorunul, iar pe versanţii însoriţi ai dealurilor apar mesteacănul, gorunul. Fagul preferă versanţii umbriţi. Pe baza limitelor de altitudine cunoscute, se poate presupune prezenţa sau lipsa unor specii de arbori sau arborete.

Deosebit de utile sînt aspectele *fazelor fenologice* (înfrunzirea, înflorirea, colorarea, căderea frunzelor), în care se găseşte planta în momentul aerofotografierii.

Tabelul 1

Planta			
Indicii floristice	Semne fitocenologice	Semne fiziologice	Semne morfologice
directe: planta indicatoare	structura covorului vegetal: desime, grad de acoperire, dispersie		diferenţele formelor vii: arbori, arbuşti, ierburi etc.
indirecte: modificarea vegetaţiei prin modificarea condiţiilor de mediu		diferenţe de culoare şi nuanţă; aspectele vegetaţiei	deosebiri fizionomice fenomene fiziologice urmele activităţii omului

Mărimea imaginilor plantelor de pe aerofotogramă variază în funcție de scara aerofotogramei. Aceasta se alege după suprafața cercetată, precum și după problemele urmărite. Astfel, pentru o evaluare globală se utilizează imagini cu scară mică sau fotoschemă, iar pentru cercetări de detaliu imagini la scară mare sau fotograme locale. În analizele metrice, cea mai utilă este scara mijlocie, de 1 : 10 000—1 : 18 000.

Plantele înregistrate în imaginile aeriene prezintă unele semne care înlesnesc recunoașterea și identificarea vegetației (tab. 1).

III.4.5.1. Identificarea vegetației pe aerofotograme

În scopul interpretării vegetației spontane se întrebuințează aerofotograme la scară mare (1 : 10 000, 1 : 15 000). Pentru interpretări geobotanice sînt întrebuințate aerofotograme la scara de 1 : 5 000, 1 : 10 000. Fiecare specie de plantă prezintă un anumit coeficient de reflectanță. Reflexia spectrală pusă în evidență în aerofotogramă se determină cu fotometrul, care, la analiza pe imagine, este substituit prin curba etalon de identificare (fig. 56).

Pentru analiza de detaliu sînt întrebuințate stereograme, care pun în evidență etajarea plantelor unei asociații vegetale rărite. O vegetație omogenă, care ocupă un areal compact, înconjurat cu limite clare, se identifică foarte ușor și rapid, iar pentru alta, avînd o suprafață cu rărișuri multe și cu un contur mai puțin clar, descifrarea și delimitarea este mai imprecisă.

Efectuarea interpretării. După confruntarea suprafeței aerofotografiate cu harta, se identifică arealele și se trasează limitele lor pe o folie de material plastic sau hîrtie de calc. După aceasta se determină tipurile de vegetație sau speciile. Speciile identice vor fi marcate cu cîte un cod (un semn) și apoi aerofotograma se descifrează pe baza criteriilor generale de fotointerpretare.

În cazul tipurilor speciale se mai folosesc anumiți parametri morfologici (înălțimea arborilor, desimea lor). Dacă întîlnim păduri avînd

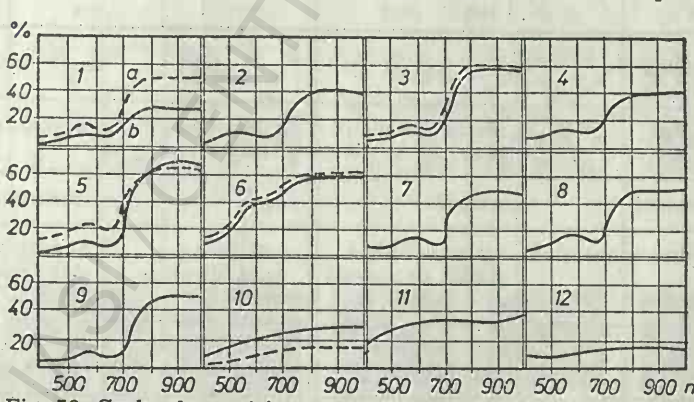


Fig. 56. Curbe de remisie spectrală (după J. Tricart et al.):
1a — *pin de un an;* 1b — *pin din anul precedent;* 2 — *brad;* 3 — *tisă;* 4 — *ienupăr;* 5 — *salcie pletoasă;* 6 — *salcie pletoasă tînără;* 7 — *jag;* 8 — *stejar;* 9 — *iarbă;* 10 — *sol argilos;* a — *uscat;* b — *umed;* 11 — *beton;* 12 — *șosea asfaltată.*

coronamentul bietajat, acestea se marchează pe schiță cu cod complex. Codul principal (o literă mare) se dă pentru marcarea speciei predominante, iar codul secundar (o literă mică) pentru specia din etajul inferior. Restul fotointerpretării se desfășoară prin determinările cantitative (suprafață în km^2 sau elemente morfometrice la arbori, arbuști etc.).

Dacă la plantele lemnoase forma joacă un rol important, la cele ierboase nici la o scară mare nu ne putem ghida după formă. În acest caz, *structura, textura, culoarea* și *nuanțele, formele de exploatare și utilizare* reprezintă criteriile de bază pentru separarea tipurilor de vegetație.

Cîteva criterii de identificare sînt cuprinse în tabelul etalon, indicînd caracteristicile de formă, textură, așezare a cîtorva specii de bază (tab. 2, după Boș, 1971).

Analize cantitative. Determinarea diametrului coroanei este o simplă măsurare liniară cu ajutorul barei stereoscopice și lupei, eventual a scării-model. Măsurarea este mai ușoară în cazul arborilor izolați și

Tabelul 2

Specia / Criterii	Larice	Pin silvestru
Forma coroanei	rotundă, relativ regulată	neregulată, adesea tubulară
Modelul spațial	regulat, rar	neregulat, cu coroane slab conturate
Proiecția coroanei	rotundă, uneori ovală și cu brațe scurte, rotunjite	stelară, dar neregulată, cu vîrfuri puține și scurte
Tonul	foarte deschis	ceva și mai deschis decît la larice
Întîlnit, frecvența	numai pur, în amestec doar în grupuri mari; foarte rar, intim cu molidul	pur sau în amestec cu pin negru

Specia	gorun	fag	carpen
Forma coroanei	sferică, neregulată	ovoidală, neregulată	umbeliferă
Textura coroanei	netedă	aspră	aproape netedă
Textura coronamentului	cu valuri mari, destul de netedă	ușor vălurită, aspră, cu smocuri	relativ vălurită, dar fără asperități
Tonul	mai închis ca fagul și mat	deschis, strălucitor	lăptos, ceva mai închis ca fagul
Localizarea pe teren	pe interfluviile însorite și în treimea superioară a versanților	fără preferințe deosebite, dar mai mult pe versanți umbriți	în făgete, de obicei pe firul văilor

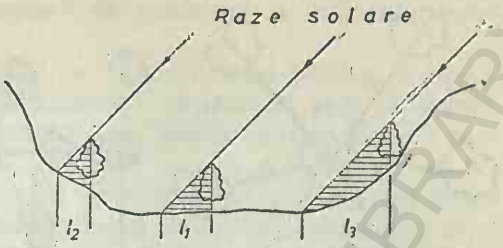


Fig. 57. Variația lungimii umbrei arborilor în funcție de expoziția versantului.

mai grea în pădurile compacte. Cunoscînd diametrul coroanelor putem să ne dăm seama, pe lîngă identificarea speciei, de vîrsta aproximativă a copacilor.

Un element pe care îl determinăm prin mijloace metrice este înălțimea copacilor. Pentru determinarea înălțimii arborilor putem aplica oricare din procedeele prezentate (v. cap. III.2.5.), adică diferența de paralaxă orizontală sau procedeul măsurării lungimii umbrei. Datorită faptului că lungimea umbrei copacilor variază în funcție de relief, adică de expoziția și unghiul de pantă a versantului (fig. 57), pentru determinări precise trebuie să ținem cont de aceste elemente și de aceea numai umbrele aruncate pe suprafețe orizontale trebuie să fie luate drept cazuri etalon.

Pentru determinarea înălțimii medii a pădurii trebuie văzut, pe stereomodel, dacă avem de-a face sau nu cu pădure bietajată. Platformele celor două etaje de pădure se determină, de la caz la caz, cu ajutorul paralaxei orizontale.

Un alt aspect analizat la aerofotointerpretarea pădurilor este *consistența (compactitatea) coroanelor* și *numărul de arbori pe hectar.*

Consistența se poate stabili în mai multe feluri;

— cu ajutorul rasterului gradat transparent (fig. 58) al densității, care exprimă consistența în funcții relative;

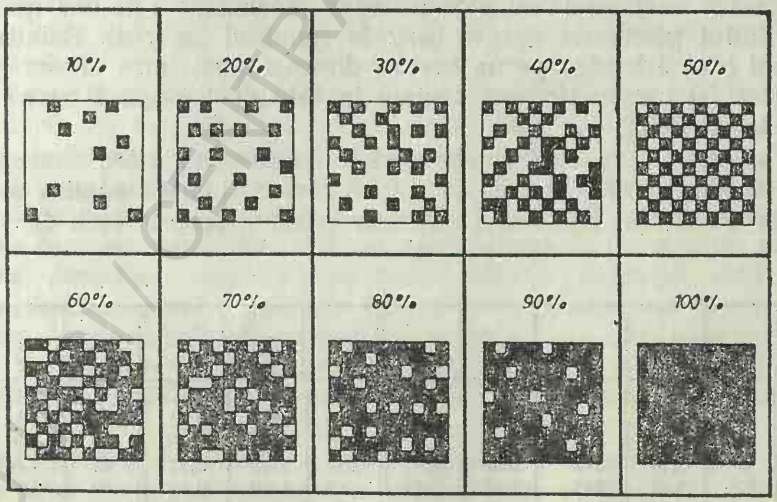


Fig. 58. Raster gradat pentru aprecierea densității coroanelor arborilor (după S. Schneider).

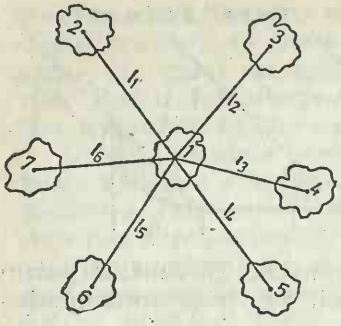


Fig. 59. Măsurarea distanțelor dintre centrele coroanelor arborilor.

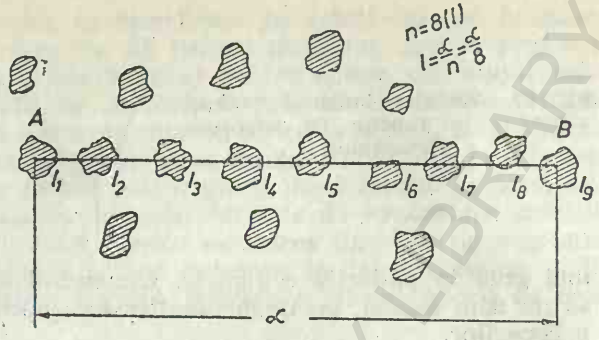


Fig. 60. Determinarea numărului de coroane de pe o distanță (*L*) și distanța medie dintre arbori (*l*).

— prin măsurarea cu lupa a distanțelor între centrele coroanelor (fig. 59). În acest scop se aleg 4—5 locuri caracteristice ale pădurii și se măsoară distanțele între centrul unei coroane și centrele a 5—6 coroane aflate în apropierea coroanei din mijloc. Media celor 5—6 valori se ia ca densitatea medie a pădurii;

— prin numerotarea coroanelor intersectate sau atinse de o linie dreaptă cu lungimea determinată, trasă pe aerofotograma (fig. 60). Aceste linii sînt trasate pe porțiunile cele mai caracteristice ale pădurii (4—5 linii cu lungime de minimum 1 cm dau o medie acceptabilă). Cu ajutorul lupei se numără coroanele intersectate sau atinse de linii. Media distanțelor dintre arbori de pe linii este rezultanta împărțirii lungimilor tuturor liniilor la numărul total al coroanelor numărate.

Numărul de arbori pe hectar se poate afla mai ușor în cazul pădurilor rare. Numerotarea se face prin trasarea sau suprapunerea pe aerofotogramă a unei rețele cu pătrate avînd mărimi de 1 ha sau mai mari. În teritoriul pătratelor apar arborii în numărul lor real. Relația între numărul (*Na*) arborilor pe un hectar, distanța (*dm*) între arbori și compactitatea (*c*) coroanelor este arătată în tabelul 3 (după Popescu și Budîlov, 1962).

În aerofotointerpretarea vegetației de pădure, în afara analizei calității arborilor și arboretelor, un rol important îl joacă analiza și interpretarea condițiilor de mediu, respectiv relieful, proprietățile de versant,

Tabelul 3

Na	dm	c	Na	dm	c	Na	dm	c	Na	dm	c
1340	3	0,93	5,50	5,50	0,51	150	9,0	0,24	56	15	0,11
986	3,5	0,81	340	6,00	0,43	126	10,0	0,20	52	16	0,10
765	4,0	0,75	279	6,50	0,37	105	11,0	0,17	47	17	0,09
585	4,5	0,67	248	7,00	0,33	85	12,0	0,16	42	18	0,08
499	5,0	0,60	195	8,00	0,28	68	14,0	0,13	33	20	0,06

solul, hidrografia, procesele elementare de modelare și influența omului (v. pl. XXVIII, XXIX).

Lucrarea se încheie cu verificarea pe teren, la fața locului, a rezultatelor, prin determinări metrice și numerice, precum și prin observații aerovizuale de control, care se efectuează cu ocazia survolărilor de sinteză, prin zboruri la mică înălțime.

Scopul final al aerofotointerpretării pădurilor este cunoașterea detaliată a fondului forestier în scopul evaluării rezervelor, protejării contra dăunătorilor și agenților fitopatogeni, precum și al exploatării raționale, prin regenerarea sistematică și conservarea pădurilor.

III.4.5.2. Aerofotointerpretarea faunei

Animalele — cu puține excepții — spre deosebire de plante, care de obicei trăiesc fixate în mediul lor, sînt ființe mobile, care se pot hrăni în medii diferite. Ele au corp relativ mic, majoritatea speciilor trăiesc în păduri, tufărișuri, camuflate în crengi, în frunzișul sau coronamentul arborilor, uneori ascunse în vizuini subterane. Din aceste cauze animalele sălbatice nu pot fi depistate sau identificarea lor întîmpină greutăți. De aceea, pentru fotointerpretarea lumii animale ne putem ghida doar după criterii indirecte, indicatoare. Astfel, de exemplu, animalele regiunii de stepă sînt aerofotografiate doar accidental, dar unele semne de prezență a cîrtiței, popîndăului, șoarecilor se pot descifra din imagini aero-spațiale efctuate la scară mare. Aceste animale bătătoresc cărări, fac mușuroaie și galerii largi subterane, care adeseori se prăbușesc lăsînd în relief microadîncituri, sau distrug plantele. Astfel, învelișul monoton al stepei cu graminee și tufărișuri, adesea, devine variat, împestrițat cu petece acoperite cu altă vegetație, imprimînd imaginii o textură mozaicată. Mușuroaiele sau petele din pajiștea stepei sînt acoperite de plante ruderale, ceea ce trădează un număr mare de rozătoare.

În afară de mușuroaiele înierbate sau proaspete, mai apar o serie de alte forme de teren, care indică prezența animalelor. Astfel, de exemplu, castorii, pe marginea sau în interiorul lacurilor, în sectoarele mai liniștite ale fluviilor, își construiesc diguri și baraje. Din aceste forme, imprimate în imaginea aerofotografică, se poate deduce existența lor în biocenoza respectivă. Păsările se identifică și mai greu, doar prin analogie sau în mod speculativ. Iată un raționament de acest gen: coronamentul și frunzișul copacilor este intact, sănătos, proaspăt, ceea ce se poate atribui unor cauze generale (clima nefavorabilă dezvoltării fluturilor) sau locale (cărăbușii și omizile fluturilor au fost consumate de păsări). Deci existența păsărilor în regiunea în care s-a efectuat aerofotografierea, se poate presupune pe baza lipsei defolierii coroanei copacilor.

Identificarea și interpretarea lumii animale se poate efectua, așadar, pe baza unor caractere specifice — de indicare — ale habitatului respectiv, a stațiunilor în care populațiile animale își desfășoară activitățile trofice, de înmulțire și supraviețuire.

III.4.6. Aerofotointerpretarea solului

Materialele aerofotogrammetrice, prin multitudinea, diversitatea și exactitatea informațiilor pe care le furnizează au devenit, de mai multă vreme, o bază de lucru eficientă și extrem de operativă pentru cartările de mare detaliu și *elaborarea hărților pedologice și pedogeografice.* Folosindu-se aerofotograme la scări mari și foarte mari, executate pe *materiale fotografice cu straturi sensibile la diferite zone ale spectrului,* cît și imagini color, inclusiv cele spectrozonale, se procedează în mod curent la transpunerea elementelor pedologice descifrate. Posibilitățile de conturare pe hartă a limitelor care definesc categorii de soluri devin mai mari și în măsura folosirii, ca baze de transpunere cartografică, a *planurilor topografice de bază sau de referință* întocmite, la rîndul lor, tot prin metode fotogrammetrice. În astfel de condiții, transpunerea se face în funcție de detaliile topografice existente pe planul de bază și identificabile pe fotogramele aeriene. Dacă elementele de identificare și anumite detalii nu pot fi reperate pe planurile topografice de bază, atunci se apelează la unele *procedee ajutătoare,* ca de exemplu cel al fîșiilor (benzilor) de hîrtie de calc, al rețelelor de referință etc. În cazul unei densități mari a elementelor pedologice și pedogeografice, pentru asigurarea unui grad de precizie corespunzător și un randament optim se folosește *redresarea optică* și *transpunerea prin proiectare a datelor informaționale de pe aerofotogramă pe plan.* Se ajunge, astfel, la *elaborarea originalului de hartă pedologică,* care se supune, în continuare, *prelucrărilor cartografice.*

III.4.6.1. Criterii și indicii pentru aerofotointerpretarea solurilor

Folosind în mod convențional *criterii și indicii directe,* care exprimă trăsături evidente vizibile fără a face anumite deducții (contrastul alb-negru, nuanțele cromatice, lumini și umbră, aspectele geometrice etc.), și *criterii indirecte* sau *deductive* (formele de relief, elementele de hidrografie, categoriile de vegetație, aspectele de activitate antropică ș.a.) este posibilă o fotointerpretare pedogeografică complexă și corectă. La toate acestea se adaugă o serie de alte informații, așa cum sînt observațiile și cartările prealabile pe teren, analize de probe de soluri recoltate etc.

În procesul fotointerpretării pedologice categoriile de criterii menționate se combină și se completează reciproc, în măsura stabilirii corecte a rezultatelor și concluziilor care decurg dintr-o astfel de investigație.

Nuanțele și culorile. Pe imaginile aerofotogrammetrice, culorile de bază (principale), nuanțele de tranziție dintre aceste tonalități de alb-negru, lumina și umbra etc. constituie reflectări directe ale unor caractere și trăsături pedologice. În majoritatea situațiilor, aceste aspecte sînt condiționate de variația conținutului de humus, săruri ușor solubile, oxizi de fier, grad de umiditate, tip de granulație, structura suprafeței solului ș.a.m.d. Pe aerofotogramele alb-negru, asemenea caracteristici optice (fotografice) se concretizează prin nuanțe de cenușiu cu intensități variabile; pe imaginile color, ele apar în cromatica corespunzătoare ce-

lei naturale, iar pe aerofotogramele spectrozonale, prin culori convenționale (echivalente), care se deosebesc de cele normale.

Solurile intens umezite se identifică pe aerofotogramele alb-negru prin nuanțe cenușiu-închise, pînă la negru. *Conținutul bogat în humus* se evidențiază prin tonalități mai închise, acesta influențînd în mod deosebit culoarea solului, atunci cînd deține un procent mediu de 2—3%. Solurile sărace în humus, cele care conțin săruri ușor solubile, solurile nisipoase ș.a. apar prin nuanțe deschise, care pot ajunge pînă la alb.

Eflorescențele condiționate de săruri ușor solubile (carbonații, sulfații, clorurile etc.) generează nuanțe deschise care pot ajunge aproape de alb (v. pl. XXXI). *Oxizii feroși și ferici* se reflectă în nuanța de pe imaginea fotografică numai în cazul efectului de eroziune profundă a solurilor sau în arealele unde există arături adînci.

Structura de suprafață a solurilor influențează nuanța pe aerofotograme, prin absorbția diferențiată de lumină. Dacă structura este mai afînată, absorbția de radiații luminoase fiind mai mare, nuanța solului respectiv se prezintă pe aerofotogramă mai închisă.

Complexitatea constituirii imaginii de pe aerofotograme. Aerofotogramele prezintă grade de complexitate extrem de diferențiate ale constituirii imaginii pe care o reprezintă, ca urmare a mozaicului de aspecte generate de structura peisajului geografic, în cadrul căruia se află și solurile. Complexele de soluri și solurile, identificate fiecare separat, pot prezenta pe aerofotograme *nuanțe uniforme, nuanțe de tranziție* (de tip diapazon sau spectru), *nuanțe mozaicate, combinație de contururi* etc. Toate aceste elemente de înfățișare pedogeografică pot fi determinate de prezența unor pete, care au nuanțe, culori și forme (conture) diferite, așa cum sînt structurile pedogenetice mozaicate, structurile în benzi, structurile pătate etc., dependente de formele de relief, de eroziunea solurilor, de constituția petrografică și mineralogică a rocilor parentale ș.a. Împreună cu acestea sînt prezente contururile artificiale, condiționate de activitățile antropice, a căror înfățișare este predominant geometrică, dimensiuni relativ mai uniforme, racordări unghiulare specifice etc.

Relieful și formele lui componente îndeplinesc un rol important în fotointerpretarea solurilor, prin raporturile care există între tipurile genetice ale acestora și morfologia corespunzătoare interfluviilor, versanților, văilor, teraselor, luncilor etc. *Microformele de relief* (ostroave, renii, grinduri, conuri de dejecție, crovuri, doline etc.), prin diferențierile introduse datorită regimului de umiditate, vegetației indicatoare, expoziției față de razele solare, etc., participă la identificarea și stabilirea elementelor de detaliu în fotointerpretarea solurilor, mai ales a celor de tip azonal.

Vegetația constituie un factor esențial în procesul pedogenetic și în același timp un criteriu de identificare indirectă a tipurilor de soluri. Ca urmare, vegetația și solurile se constituie într-un cuplu de o strînsă interferență în analiza calitativă pedofitogeografică pe bază de aerofotograme. De aceea, fotointerpretarea solurilor se încadrează într-o foarte mare măsură criteriilor specifice tipului de vegetație. O serie de trăsături pedogenetice și date privitoare la productivitatea solurilor se remarcă pe aerofotograme prin diferențierile care apar, de o anumită subtilitate,

datorită modificărilor de natură fitogeografică. Ținînd seama de faptul că diferite fitocenoze sînt aproape în exclusivitate dependente de anumite condiții pedogeografice, rolul îndeplinit de acestea în fotointerpretare devine aproape similar cu acela corespunzător criteriilor pedogenetice directe. Așa sînt situațiile create de vegetațiile de mlaștină, de zăvoaie, vegetația halofilă, biocenozele fixate pe depozite de pante (deluvii și coluvii), pe grohotișuri ș.a. În regiunile de stepă și silvostepă se obțin rezultate foarte bune pe aerofotogramele preluate primăvara, înainte de a răsări semănăturile. Perimetrele acoperite cu podzoluri și dernopodzoluri se interpretează cu mai multă dificultate, datorită vegetației care maschează solurile, în general, și microformelor de relief, în special, fiind necesare în acest caz aerofotograme de foarte bună calitate, precum și o serie de aparate de mărit și măsurat. De exemplu, privite pe aerofotograme la stereoscop sau interpretoscop, podzolurile prezintă nuanțe de cenușiu-deschis, iar dernopodzolurile sînt lipsite de structură sau au aspectul unor pete ca urmare a gradului diferit de umiditate.

Anumite dificultăți pentru fotointerpretarea pedogeografică se ivesc în cazurile terenurilor acoperite cu diferite categorii de construcții și degradărilor de factură naturală și antropică.

III.4.6.2. Aerofotointerpretarea solurilor degradate

Solurile erodate și lipsite de vegetație sînt vizibile pe aerofotograme prin nuanțele albicioase și contururile deosebit de neregulate (v. pl. XXX). Semănăturile de pe solurile supuse proceselor de eroziune și degradare se prezintă sub formă de nuanțe variabile de cenușiu, cu atît mai deschise cu cît stratul de sol este mai subțire. Accelerarea și extinderea eroziunii liniare condiționează apariția benzilor liniare marcînd soluri intens erodate, desfășurate în principal în lungul canalelor de scurgere, generate de șanțuri de șiroire, viroage, ravene, ogașe și torenți. Eroziunea areală se descifrează pe aerofotograme prin existența de pete mai albicioase, în strînsă legătură cu particularitățile microformelor de relief, caractere de un anumit gen ale rețelei hidrografice (despletiri multiple, bălțiri, perimetre inundabile etc.), linii de contur festonate, cu multe ezitări, nuanțe ș.a. Analiza și cartarea solurilor erodate se face cu eficiență deosebită pe aerofotograme la scări mari (1 : 5 000; 1 : 7 000; 1 : 10 000; 1 : 12 000), preluate primăvara cînd contrastele de tonuri de lumină și culoare sînt deosebit de expresive.

Cartarea de o anumită precizie și operativitate a solurilor erodate se face pe diferite tipuri de asamblaje fotogrammetrice, stereocupluri, benzi, mozaicuri, dar, mai ales, pe ortofotograme sau ortofotoplanuri. Se trasează limitele arealelor cu grade de eroziune diferite, separîndu-se cu atenție perimetrele unde predomină *eroziunea de suprafață* de cele în cadrul cărora acționează evident *eroziunea în adîncime*. Eventual, verificînd pe teren, se conturează sectoarele în care *eroziunea este determinată de acțiunea vîntului*. Cartarea se completează cu *distanțele critice de eroziune*, reprezentînd depărtarea de la care apa este în măsură să transporte particule de sol datorită vitezei de scurgere și grosimea medie a stratului de sol spălat. În acest scop se folosesc aerofotograme

mai vechi, care au fost preluate în anii anteriori, urmărindu-se o perioadă de timp relativ mai îndelungată, cît şi observaţii notate asupra unor profile de soluri pe teren. La calcularea forţei de eroziune a solurilor pentru terenurile din şesurile aluviale ale rîurilor se ţine seama de eroziunea laterală a malurilor, folosindu-se ca documente ajutătoare aerofotograme terestre preluate perpendicular pe maluri, la anumite intervale de timp. De asemenea, folosirea aerofotogramelor sau a ortofotogramelor, a modelului stereoscopic etc., în prezenţa unor eşantioane de fotointerpretare la teren, contribuie la realizarea unei cartări cantitative şi calitative asupra stării de eroziune a solurilor de o valoare practică deosebită. Completarea cartărilor cu date privind modurile de utilizare a terenurilor aduce un plus de informaţii necesare pentru proiectarea lucrărilor de combatere a eroziunii solurilor.

Cartarea solurilor degradate prin eroziune se poate face prin fotointerpretare separat, pe hărţi pedeogeografice, dar şi direct pe seturi de asamblaje aerofotogrammetrice, înscriind pe aerofotograme toate datele necesare. Un astfel de material fotogrammetric documentar este deosebit de valoros prin expresivitatea şi exactitatea faptelor înregistrate pentru etapa de fotointerpretare respectivă, dar şi pentru comparaţia în viitor a stadiului de evoluţie a procesului de eroziune a solurilor, cu prilejul unei noi ridicări aerofotogrammetrice în regiunea studiată. În plus, el prezintă şi avantajul unei fotointerpretări stereoscopice oricînd este nevoie de acest mod de lucru.

III.4.7. Regionarea fizico-geografică pe baza aerofotointerpretării

Imaginile aerofotogrammetrice, prin caracterul lor de o largă cuprindere şi perfectă identitate cu structura peisajelor geografice pe care le reprezintă, constituie baze de analiză, concept şi finalizare pentru individualizarea şi diferenţierea caracterelor fizico-geografice în cadrul spaţiilor teritoriale puse în discuţie pentru regionare.

Scopurile pe care şi le propune regionarea fizico-geografică în general şi aspectele particulare prin intermediul cărora ea se poate concretiza îşi găsesc o rezolvare de prim ordin în procesul aerofotointerpretării. Pornind de la *specificul elementelor de conţinut şi formă* pe care şi le propune o regionare fizico-geografică, valorificînd în principal baza de informare şi cartare fotogrammetrică, se conturează în această privinţă o succesiune de operaţii de fotointerpretare.

— *Selecţionarea tipului de material aerofotogrammetric,* în funcţie de cerinţele regionării (scop, grad de detaliere, metode de lucru şi reprezentare etc.). Se au în vedere: tipul de filme fotogrammetrice şi fotograme aeriene; categoria cromatică a acestora; scara aerofotogramelor şi data ridicărilor aerofotogrammetrice; felul asamblajelor (cupluri stereoscopice, benzi, mozaicuri, fotoscheme, fotoplanuri, ortofotoplanuri etc.); imagini satelitare în special cînd regionarea vizează spaţii geografice mai extinse etc.; formatul (dimensiunile) aerofotogramelor etc.

— *Stabilirea metodologiei, instrumentaţiei şi aparaturii pentru fotointerpretare,* în funcţie de care depinde volumul şi gradul de precizie a informaţiilor şi datelor cantitative şi calitative ce participă la reuşita regionării fizico-geografice. Pe baza principiilor şi criteriilor incluse în

planul concept de regionare se realizează asamblajul fotogrammetric general asupra întregii zone care urmează să fie regionată, observîndu-se calitatea aerofotogramelor pentru descifrare. Se fac grupări de imagini pe stereocupluri de aerofotograme, benzi (serii), mozaicuri. Se verifică ponderea de informații oferită comparativ prin fotointerpretarea stereomodelelor cu stereoscopul binocular de laborator, interpretoscopul ori alt tip de aparatură. Se alege *procedeul de elaborare a hărții de regionare fizico-geografică:* prin *cartare directă* extrăgînd, prin copiere de pe aerofotograme, arealele de regionare și caracterele lor specifice; prin *cartare indirectă,* transpunînd alăturat, pe o bază de lucru separată, la scara aerofotogramelor sau la altă scară, compartimentele teritoriale individuale, ce corespund ierarhiei taxonomice a regionării fizico-geografice. În funcție de elementele și componentele de geografie regională, care vor fi cartate, se întocmește legenda pentru reprezentarea datelor în sistemul monocrom sau policrom, ținînd seamă și de particularitățile impuse de scara de proporție a viitoarei hărți.

— *Fotointerpretarea globală și trasarea limitelor generale sau principale,* care constau în cîteva operații. *Se delimitează suprafața utilă* pentru fotointerpretare, care trebuie să corespundă sectorului de hartă a regionării. Pe suprafața utilă se remarcă perimetrele de o maximă calitate fotografică, anumite elemente reper (cursuri de apă, cote altimetrice specifice, formele principale ale relifeului) etc. *Se trasează limitele generale sau principale,* care desemnează cele mai importante diviziuni, reprezentînd *unități de regionare.* Cu prilejul fotointerpretării globale *se identifică* și *se cartează trăsăturile de bază,* care definesc însușiri generale ale componentelor peisajului fizico-geografic.

— *Fotointerpretarea selectivă și detaliată a fiecărei componente fizico-geografice,* în vederea cunoașterii diferențierilor pe care acestea le prezintă de la un sector la altul al zonei ce se analizează. Astfel se pregătesc punctele de sprijin și reperele care vin să argumenteze trasarea limitelor secundare dintre subunități taxonomice de regionare. Se cartează caractere de ordin particular, ce derivă din trăsăturile principale sau de bază ale unităților.

— *Confruntarea rezultatelor regionării pe bază de fotointerpretare, cu observațiile, cartările din teren și anumite date de pe hărți topografice la scări foarte mari* (1 : 5 000; 1 : 10 000), *hărți geomorfologice, pedeogeografice, fitogeografice* etc. Această operație se face în vederea efectuării unor eventuale completări, precizări de date (diferențieri de ordin genetic, stadiu de evoluție, caracteristici morfometrice ș.a.), corelări pentru elemente de sinteză etc.

III.4.8. Aerofotointerpretarea în domeniul industriei

Este evident că fotointerpretarea nu poate oferi informațiile exacte pe care le furnizează statisticile despre felul, volumul și valoarea producției, numărul de angajați, felul și puterea mașinilor instalate etc., dar fotointerpretarea poate pune la îndemîna geografului unele informații utile și destul de precise privind localizarea și tipul întreprinderilor industriale, relațiile cu diverse elemente geografice, precum și unele aprecieri asupra intensității activității industriale.

III.4.8.1. Detectarea și identificarea întreprinderilor industriale pe aerofotograme

Întreprinderile industriale apar reprezentate pe fotogramele aeriene prin clădirile și instalațiile lor, căile și mijloacele de transport care le servesc etc. Detectarea și identificarea întreprinderilor industriale se face utilizîndu-se diverse criterii.

Forma și mărimea clădirilor pot sugera tipul de întreprindere industrială pe care o adăpostesc. Astfel, în industria siderurgică și metalurgică sînt caracteristice halele mari, adesea larg deschise pentru aerisire cît mai bună, cu coșuri care scot fum și gaze; în industria textilă clădirile sînt compacte, scunde, de obicei fără geamuri, dar cu luminatoare în plafon și cu acoperișul cu profil zimțat, fără coșuri; în industria chimică clădirile apar compacte, uneori deschise, cu sisteme de ventilare vizibile și cu multe instalații exterioare cu formă specifică; în industria morăritului și panificației clădirile sînt compacte, cu mai multe nivele și adesea fac corp comun cu silozuri care au forme și dimensiuni caracteristice.

Dacă în unele cazuri forma și mărimea clădirilor pot fi suficient de grăitoare pentru a sugera, cu destulă precizie, tipul de întreprindere industrială, sînt și numeroase cazuri cînd acest criteriu nu poate oferi nici o indicație despre felul întreprinderii. Sînt întreprinderi care, deși au profil diferit, pot avea clădiri asemănătoare, îndeosebi în industria ușoară. De aceea este necesar să se apeleze la alte criterii și indicii de identificare.

Utilajele exterioare sînt vizibile pe fotogramele aeriene și aspectul lor poate sugera tipul de întreprindere industrială. Așa, de exemplu, în industria siderurgică apar vizibile furnalele sau cuptoarele de oțel, care au formă tipică și nu pot fi confundate cu alte tipuri de instalații. Pentru industria chimică sînt caracteristice instalațiile exterioare cu numeroși recipienți, conducte, cazane care pot fi identificate cu ușurință. Deosebit de caracteristice sînt utilajele exterioare din industria petrochimică.

Instalațiile anexe, depozitele pot constitui criterii sigure de identificare a unor tipuri de întreprinderi industriale. Astfel, turnurile de răcire sînt foarte caracteristice pentru termocentrale deși ele pot fi întîlnite și în cazul unor întreprinderi siderurgice. Rezervoarele metalice mari din industria petrochimică și îndeosebi din rafinării sînt tipice. Depozitele de bușteni sau cherestea apar foarte vizibile și indică cu precizie existența industriei lemnului, iar depozitele de țagle, bare, benzi metalice arată industria metalurgică. Cuptoarele rotative, care sînt de obicei la exterior, indică fabricile de ciment. Haldele de steril semnalează industria extractivă, iar forma haldei, textura și tonul pot permite identificarea minereului extras.

Căile și mijloacele de transport pot sugera felul întreprinderilor industriale pe care le servesc. Cisternele indică industria chimică și, în corelație cu alte criterii, permit identificarea tipului de întreprindere chimică. Vagoanele-platformă cu stîlpi laterali sugerează că este vorba de industria lemnului, ele fiind folosite la căratul bușteni lor și al cherestelei. Vagoanele deschise, de mare capacitate sînt folosite la transportul cocsului sau al cărbunilor, iar pentru minereurile metalifere sînt carac-

teristice vagoanele metalice deschise, de capacitate redusă și cu formă specifică. Pentru transportul autovehiculelor, al mașinilor agricole sau al unor utilaje industriale se folosesc vagoane deschise tip platformă sau cu obloane laterale înguste. Produsele textile, cele de încălțăminte și alte produse ale industriei ușoare se transportă cu vagoane închise sau în containere pe vagoane-platformă sau pe autovehicule. Transportul cu funicularul se utilizează în cazul extracției de cărbuni pentru transportul direct spre termocentrale sau în cazul unor minereuri metalifere și calcare.

Degajarea de fum, gaze și praf poate fi observată pe fotogramele aeriene și contribuie la identificarea tipului de industrie. Fumul abundent este caracteristic termocentralelor care folosesc cărbuni sau păcură, dar fumul se mai degajă și de la cocserii, din industria negrului de fum și din industria siderurgică. Praful albicios abundent este foarte caracteristic fabricilor de ciment, în timp ce gazele galben-roșcate, cu oxizi de azot, trădează industria îngrășămintelor chimice azotoase.

Se înțelege că prin utilizarea tuturor indiciilor menționate și prin corelarea lor se poate ajunge la depistarea întreprinderilor industriale și la identificarea tipului de industrie căruia le aparțin.

III.4.8.2. Aerofotointerpretarea în industria extractivă

Industria extractivă este semnalată de prezența unor cariere, halde, instalații, clădiri, mijloace de transport, care sînt caracteristice.

Extracția la zi este pusă în evidență prin prezența carierelor, care apar distinct pe fotogramele aeriene. Forma excavației și a pereților, textura și tonul materialului exploatat, ca și felul instalațiilor de extracție, încărcare și a mijloacelor de transport permit identificarea rocii sau minereului extras.

În cazul rocilor dure, pereții carierei sînt abrupți, cu trepte, iar blocurile și bolovanii apar distinct sau sînt trădați de o textură grosieră. Încărcarea se face cu ajutorul excavatoarelor de mari dimensiuni, iar transportul se face cu vagonete, vagoane deschise sau autobasculante și uneori, cu funicularul. Dacă se exploatează calcar, tonul foarte deschis, blocurile mari și îndeosebi relieful carstic din jur permit identificarea lui. Marmura este pusă în evidență prin instalațiile de tăiere, prezența blocurilor paralelipipedice și a vagoanelor-platformă pe care se încarcă cu ajutorul unor macarale și nu cu excavatoare. Granitul, andezitele, dacitele sînt caracterizate prin tonuri mijlocii, prezența de blocuri fasonate pentru borduri, pavaje sau blocuri paralelipipedice pentru construcții. Bazaltele sînt indicate de tonul foarte închis, de fasonarea în pavele sau paralelipipede alungite și prin prezența structurii prismatice naturale. Rocile magmatice sînt caracterizate prin relieful greoi și prin formele specifice de dezagregare.

În cazul exploatărilor de gresii apare stratificația caracteristică, materialul exploatat se prezintă sub formă de plăci și blocuri, iar relieful oferă și el unele indicii asupra rocii. Pentru exploatările de argile și marne este caracteristică exploatarea directă cu excavatorul, transportul cu autobasculantele sau vagonetele, iar pereții carierei prezintă surpări, uneori și alunecări, în timp ce relieful înconjurător format pe aceste roci este destul de tipic.

Carierele de prundiș pot fi identificate ușor, deoarece sînt situate, de obicei, în albiile majore ale rîurilor sau pe unele terase. Tonul prundișului este variat, în funcție de culoarea elementelor componente, iar textura este destul de fină. Pereții carierei sînt adesea abrupți, iar exploatarea se face cu excavatorul și transportul cu autobasculantele. Uneori, sînt prezente instalații de sortare și benzi transportoare, care apar cu forme caracetristice pe fotogramele aeriene. Exploatările de nisip prezintă, de asemenea, unele caractere asemănătoare, dar tonul este mai deschis și textura foarte fină.

Cu multă ușurință pot fi identificate exploatările la zi de cărbune, prin tonul închis al materialului, prin decopertarea care se execută de obicei și prin utilajul de exploatare caracteristic, deși, uneori, se utilizează și excavatoarele. Transportul se face cu vagonete, vagoane deschise, autobasculante și mai rar cu funicularul. În unele cazuri apar instalațiile de sortare și spălare care sînt caracteristice.

Exploatările de minereuri metalifere la zi se întîlnesc în cazul bauxitei, al minereului de fier și mai rar al altor minereuri. Bauxita apare cu ton închis și este legată de rocile calcaroase, care pot fi identificate cu ușurință. Zăcămintele reziduale de bauxită nu au formă regulată, adesea ea fiind acumulată în unele forme carstice fosilizate. Minereul de fier se prezintă de asemenea cu tonuri închise însă este mai regulat. El poate apărea intercalat în sedimente sau în roci metamorfice de contact. Aspectul carierei depinde de forma zăcămintelor și de tipul rocilor.

Exploatările subterane se caracterizează prin prezența gurilor de mină către care duc liniile de vagonete, iar în unele cazuri șoselele pentru transportul auto (de exemplu, la salina de la Tg. Ocna), precum și a instalațiilor de ascensoare care au aspect caracteristic. Prezența haldelor de material steril este un indiciu sigur al explorărilor la zi și a exploatărilor subterane (v. pl. XLI).

Tipul de minereu exploatat se poate stabili după alte criterii. În cazul cărbunilor, sterilul este mărunt și apare în ton închis datorită culorii negricioase. Existența unor stații de spălare, trădate de instalații și de înnegrirea apei spre aval, confirmă exploatările de cărbuni. La exploatările de minereuri metalifere, sterilul are tonuri mai deschise și textura ceva mai grosieră, fiind prezenți bolovani și blocuri. Flotațiile întovărășesc, adesea, aceste exploatări și ele pot fi identificate ușor, datorită clădirilor, instalațiilor și prezenței materialului steril fin, transportat prin pompare și decantat în bazine sau sub formă de halde. Salinele pot fi identificate prin faptul că apar în regiuni cu roci sedimentare moi, se pot observa intrările în salină, uneori ascensoarele. Tonul deschis al sării din vagonete și autocamioane, ca și prezența unor doline sau a unor ocne părăsite, în care s-au instalat lacuri, confirmă existența salinelor.

Exploatările de petrol sînt indicate de sondele care apar vizibile pe fotogramele aeriene, de rezervoarele care apar la suprafață, de vagoanele-cisternă de pe liniile ferate din vecinătate, de pompe și liniile energetice care le alimentează (v. pl. XXXIII).

Exploatările de gaze naturale se pot identifica pe baza prezenței ventilelor, capetelor de erupție, instalațiilor de degazolinizare, care apar vizibile și pe fotogramele aeriene la scară mare.

III.4.8.3. Aerofotointerpretarea în industria energetică

Este destul de facilă întrucît ea se caracterizează prin instalații tipice, ușor de recunoscut și identificat.

Hidrocentralele pot fi detectate foarte ușor, fiind legate de rîuri și lacuri de acumulare cu baraje care se pot vedea pe aerofotograme la scară mică. Uzinele hidroelectrice propriu-zise sînt caracterizate prin clădirile sub formă de hale, dacă sînt la suprafață, dar mai ales prin canalurile de fugă, posturile de transformare și liniile de înaltă tensiune.

Termocentralele au clădiri masive și îndeosebi turnuri de răcire, care sînt foarte caracteristice. Coșurile foarte înalte, fumul abundent, funicularele sau numeroasele vagoane deschise și depozitele indică termocentralele care funcționează cu cărbuni. Vagoanele-cisternă, coșurile de dimensiuni mai mici și fumul puțin sînt caracteristice centralelor care utilizează păcură sau motorină. La centralele pe bază de gaze naturale lipsesc liniile de cale ferată cu vagoane numeroase, coșurile pot fi mici, iar fumul aproape lipsește, fiind prezenți doar norii de condensare a vaporilor de apă. La toate termocentralele se observă posturile de transformare și liniile de înaltă tensiune.

III.4.8.4. Aerofotointerpretarea în industria siderurgică și metalurgică

Industria siderurgică și metalurgică este detectată cu ușurință pe baza formei și mărimii clădirilor, cu aspect de hale mari, și îndeosebi prin prezența furnalelor, cocseriilor cu coșurile lor fumegînde, a vagoanelor cu cocs, a instalațiilor de stingere, a norilor de condensare a vaporilor de apă. Prezența depozitelor de minereu, fondanți, cocs, cubilouri, țagle, laminate, multitudinea liniilor ferate și a vagoanelor cu materie primă, materiale sau produse finite constituie alte indicii concludente pentru detectarea acestor industrii (v. pl. XXXII).

III.4.8.5. Aerofotointerpretarea în industria constructoare de mașini

Pot folosi ca indicatori, prezența clădirilor mari, sub formă de hale înalte, a depozitelor de materiale, în care semifabricatele și laminatele metalice sînt observabile, și îndeosebi a depozitelor de produse finite. Industria constructoare de tractoare, autovehicule, vagoane, mașini agricole este ușor de identificat prin existența parcurilor cu asemenea mașini care apar clar pe fotogramele aeriene. În industria de mașini-unelte produsele apar ambalate în lăzi mari sau sînt vizibile unele ansambluri neambalate. Utilajele industriale apar vizibile pe rampele de încărcare sau în vagoane deschise ori pe transportoare auto speciale, fiind ușor de identificat.

III.4.8.6. Aerofotointerpretarea șantierelor navale

Operația este facilă, deoarece acestea apar pe malul unor ape curgătoare sau pe țărmuri marine. Ele sînt puse în evidență de docuri, cu tot sistemul lor de macarale, schelării, utilaje și îndeosebi de vase aflate în diverse stadii de construcție sau în reparație.

III.4.8.7. Aerofotointerpretarea în industria chimică

Aceasta are la bază prezența pe aerofotograme a instalațiilor exterioare cu conducte, recipienți, rezervoare, cisterne, gaze și fum vizibil.

III.4.8.8. Aerofotointerpretarea în industria lemnului, celulozei și hîrtiei

Se iau în considerare îndeosebi existența depozitelor de bușteni, cherestea și alte produse ușor de identificat, ca și forma specifică a clădirilor fabricilor de cherestea sau mobilă. În industria celulozei și a hîrtiei, pe lîngă depozitele de bușteni sau paie, utilizate ca materie primă, apar clădiri specifice, cu o serie de instalații, care amintesc de industria chimică. Existența pe aerofotograme a unor canaluri de aducțiune și îndeosebi a celor de evacuare a apelor uzate, care sînt în cantitate mare și cu tonuri care trădează schimbarea culorii prin poluare, precum și a magaziilor de produse finite, a rampelor de încărcare și a liniilor ferate cu vagoane închise sînt alți indicatori importanți pentru identificarea prezenței acestei ramuri industriale în regiunea cercetată (v. pl. XXXV).

III.4.8.9. Aerofotointerpretarea în industria textilă

Această industrie se caracterizează prin clădirile bine închise, climatizate, cu luminatoare de acoperiș, magazii închise pentru materie primă, materiale și produse finite. Prezența unor rezervoare de apă caracteristice este impusă de consumul mare în unele subramuri ale acestei industrii. Vagoanele sau autocamioanele închise, precum și numărul mare de containere pentru transportul materiilor prime și produselor finite sînt alte indicii care trădează industria textilă (v. pl. XXXIV).

III.4.8.10. Aerofotointerpretarea în industria pielăriei și încălțămintei

Clădirile care adăpostesc aceste industrii sînt mai aerisite și cu suprafață vitrată mai mare. Magaziile, mijloacele de transport sînt, în bună parte, asemănătoare celor din industria textilă.

III.4.8.11. Aerofotointerpretarea în industria alimentară

Această industrie este variată și diversele sale subramuri pot fi identificate în regiunea respectivă după criterii specifice. *Industria morăritului și panificației* este caracterizată prin clădirile cu mai multe etaje, silozuri, linii ferate cu vagoane închise sau autocamioane închise, care transportă cerealele și produsele finite (v. pl. XL). *Industria laptelui și a brînzeturilor* are clădiri sub formă de hale simple sau clădiri cu unele instalații vizibile la fabricile de lapte praf. Tipice sînt însă autocisternele, care transportă laptele de la punctele de colectare. *Industria cărnii și preparatelor din carne* este legată de prezența abatoarelor, care apar cu hale mari și țarcuri de vite în preajmă. Instalațiile frigorifice sînt indispensabile și ele apar cu forme caracteristice pe fotogramele aeriene. *Industria uleiului* este pusă în evidență de silozuri și magazii, clădiri mari cu sisteme pneumatice de evacuare a cojilor de semințe și a im-

purităților, căi ferate și vagoane închise pentru transportul materiei prime și a produselor finite. Instalațiile termice pentru prăjit semințele sau pentru furnizarea aburului industrial sînt alți indicatori importanți. Fabricile de zahăr, care caracterizează *industria zahărului,* apar cu hale mari, cu bazine, rezervoare și îndeosebi cu depozite de sfeclă de zahăr, căi ferate cu vagoane deschise pentru transportul sfeclei și vagoane închise pentru transportul zahărului. Anexele cu materiale auxiliare pentru rafinare, ca și aducțiunile de apă și canalurile de deversare a apelor uzate sînt caracteristice. *Industria conservelor de legume sau fructe* este amplasată de obicei, în regiuni agricole cu întinse unități legumicole sau pomicole. Clădirile apar sub formă de hale simple, însoțite de depozite de legume, fructe sau de lăzi de ambalaj, căi ferate și vagoane închise sau șosele și autocamioane, care transportă materia primă și produsele finite. Rezervoarele de apă sînt prezente în cele mai multe cazuri, deoarece aceste unități nu sînt încadrate în platforme industriale sau localități mari cu rețea de alimentare cu apă. *Industria vinului și a băuturilor alcoolice* este caracterizată prin clădiri sub formă de hale simple, cu rezervoare și butoaie vizibile pe fotogramele aeriene. În plus, apar vizibile viile din preajmă. *Industria berii* este trădată pe aerofotograme prin instalațiile exterioare ale sistemelor de răcire, autocamioane cu butoaie speciale sau cu lăzi cu sticle, precum și cu saci cu orz sau prin magaziile pentru depozitarea materiei prime.

III.4.8.12. Aprecieri asupra mărimii întreprinderilor și a intensității activității

Odată identificat tipul de întreprindere industrială, fotointerpretatorul poate trece la evaluarea importanței și a intensității activității industriale. Desigur că nu se pot obține valori precise, comparabile cu datele statistice, dar se poate aprecia ordinul de mărime al întreprinderii industriale pe baza dimensiunilor clădirilor, instalațiilor, depozitelor ori a numărului și mărimii mijloacelor de transport. În același scop pot fi utilizate și indicațiile sugerate de mărimea rezervoarelor de apă, debitul apelor reziduale evacuate prin canaluri deschise, mărimea liniilor de alimentare cu energie electrică etc.

Aprecierea mărimii unei întreprinderi se poate face și pe baza numărului de angajați. Acesta poate fi dedus pe baza numărului de autoturisme sau biciclete parcate și a numărului de vehicule care asigură transportul în comun sau prin mulțimea persoanelor care pot apărea la ieșirea din întreprindere, dacă aerofotografierea s-a făcut la ora schimbului.

III.4.8.13. Aprecieri asupra amplasării geografice a întreprinderilor

Pe fotogramele aeriene, întreprinderile industriale nu apar izolate, ci amplasate în contextul lor real. Aceasta permite fotointerpretatorului să facă unele aprecieri asupra raporturilor întreprinderii cu o serie de elemente geografice. Se poate descifra, în mod amănunțit, poziția întreprinderii în raport cu condițiile fizico-geografice. Întrucît relieful este vizibil pe fotogramele aeriene și îndeosebi pe stereomodele, se poate

stabili cu precizie pe ce formă de relief este așezată întreprinderea și dacă accesul spre ea este facil sau dacă unele procese geomorfologice actuale îi creează neajunsuri (alunecări de teren, eroziune, surpări). Se poate vedea, cu ușurință, poziția în raport cu unitățile acvatice: prezența rîurilor, lacurilor, mării, ceea ce permite și deducții despre posibilitățile de alimentare cu apă și de evacuare a apelor reziduale. Existența, în vecinătate, a pădurilor, pajiștilor sau terenurilor cultivate apare foarte clar pe fotogramele aeriene, putîndu-se face aprecieri asupra terenului care ar putea fi disponibil pentru extinderea întreprinderii. Pentru unele industrii, prezența pădurii în apropiere poate fi importantă ca sursă de aer curat, unde pot fi amplasate prizele de aer utilizat în procesul tehnologic (de exemplu, în industria chimică).

Pe fotogramele aeriene se poate stabili poziția întreprinderii în raport cu localitățile din jur, furnizoare de forță de muncă, sau în raport cu alte întreprinderi cu care pot coopera în producție sau cu care pot folosi o infrastructură comună.

Poziția față de căile de transport sau față de sursele de materii prime, apă și energie poate fi precizată îndeosebi pe fotograme la scară mai mică, întrucît reprezintă întinderi mai vaste. Pe fotogramele aeriene se văd rețelele de căi ferate, șoselele, liniile de înaltă tensiune; pot apărea mine, cariere, păduri, culturi, complexe zootehnice, care pot fi furnizoare de materii prime. Totodată, se pot face și unele aprecieri asupra așezării față de piețele de desfacere, putîndu-se observa în ce măsură întreprinderea este legată sau nu de aglomerările de populație, de marile așezări omenești.

Fotogramele aeriene permit nu numai precizarea influențelor pe care le suportă întreprinderea, care decurg din așezarea sa geografică, ci și depistarea influențelor pe care le exercită întreprinderea asupra mediului înconjurător. Se pot vedea efectele existenței și activității ei asupra reliefului, hidrografiei, vegetației, atmosferei (poluarea cu fum, praf și gaze), influențele asupra așezărilor omenești sau a rețelei de căi de transport etc.

III.4.8.14. Identificarea platformelor și a grupărilor industriale și detectarea legăturilor de producție dintre întreprinderi

Chiar la scări mari, fotogramele aeriene reprezintă teritorii mai întinse decît cele ocupate de o singură întreprindere industrială. În felul acesta, pe fotogramele aeriene se poate vedea dacă întreprinderile se grupează în platforme industriale și acestea pot fi conturate, chiar dacă se extind pe mai multe aerofotograme. Pe aerofotograme se poate observa cu ușurință locul ocupat de fiecare întreprindere în cadrul platformei industriale. Mai mult chiar, se poate sesiza dacă între întreprinderi există legături de producție prin furnizarea de produse semifinite, materiale, energie electrică, apă caldă și vapori de apă etc. Liniile electrice, conductele, liniile ferate înguste, benzile transportoare, funicularele materializează asemenea legături, dar și tipul întreprinderilor poate sugera existența unor legături de producție.

Utilizînd aerofotograme care reprezintă regiuni mai întinse, pot fi sesizate grupările în care se leagă mai multe centre industriale și pot fi detectate unele legături de producție din cadrul grupărilor.

Cu toate că fotogramele aeriene nu pot furniza niște date cantitative precise, care să caracterizeze activitatea industrială, ele pot furniza numeroase informații geografice asupra industriei, care nu pot fi obținute pe cale statistică.

III.4.9. Aerofotointerpretarea în domeniul agriculturii

În urmă cu aproximativ 40 de ani, s-a scris deja la noi (E. Popovici, 1941) despre utilitatea aerofotogramelor în tehnica agricolă, remarcîndu-se îndeosebi rolul lor în cartarea agricolă, determinarea suprafețelor productive și neproductive a terenurilor agricole, în statistica agricolă și economia rurală, în administrația agricolă, analiza și prezentarea căilor de transport agricol, a lucrărilor de amenajare — irigare — asanare, evaluări funciare, sistematizări rurale, în cadastru etc.

Într-adevăr, aerofotogramele își îndeplinesc în acest domeniu un rol incontestabil de important în analiza și interpretarea acestei ramuri a economiei din toate părțile lumii și mai ales în regiunile cu pămînturi virgine. Se afirmă, astfel, rolul mare pe care îl joacă aerofotointerpretarea în inventarierea agricolă și în planificarea economiei.

Din analiza elementelor componente ale peisajului agrar se desprind două grupuri speciale de elemente și anume: *elemente relativ constante* și *elemente variabile*. Printre elementele relativ constante se enumeră elementele de nivelment ale reliefului, unele din elementele de planimetrie (satele, rețeaua de drumuri agricole, tip de sol etc.), iar elementele variabile cuprind: structura și textura solului, condițiile de umiditate, de insolație, apoi structura culturilor agricole; toate acestea se modifică frecvent și rapid, fapt pentru care ele nu se repetă prin aceiași indici calitativi și cantitativi de la o aerofotografiere la alta. Cu toate acestea, fotograma aeriană furnizează informații valoroase despre aspectul suprafețelor cultivate și, prin aceasta, în mod indirect, și despre utilizarea sau neutilizarea unor anumite teritorii (v. pl. XXXVIII).

Principalele grupe de utilizare a teritoriului sînt descifrabile pe stereogramele simple pancromatice pe baza texturii, nuanței, formei și dimensiunilor. Aceste grupe principale de utilizare se pot identifica pe baza experienței specialiștilor, prin aplicarea unor analogii și îndrumătoare. Astfel de îndrumător a fost elaborat de către D. Steiner (1967) la care au fost analizate o serie de eșantioane de aerofotograme și specificate succint principalele lor caractere. Acest autor distinge 3 grupe mari de suprafețe agricole cultivate și anume:

— *cerealiere,* cu ton gri, cu habitus lăptos și granulație prea fină;

— *plante prășitoare,* cu aspect aranjat ordonat, cu granulație prea groasă;

— *terenuri proaspăt recoltate,* în care textura este foarte fină, tonul luminos și deschis.

III.4.9.1. Recunoașterea și analiza peisajului agrar

Peisajul agrar se recunoaște pe imagine foarte ușor, căci terenurile agricole și pomi-viticole au formă geometrică, caracteristic alungită sau pătrată. Cîteodată alura sau marginea împrejmuirii se adaptează relie-

fului sau unor forme de relief liniare sinuoase (văi, boturi de deal). Aceste părți de liziere adaptate au sectoare mai mult sau mai puțin neregulate. Forma geometrică este deci un criteriu de recunoaștere. Din mărimea parcelelor, în funcție de scară, putem să ne dăm seama de caracteristicile reliefului sau de tipul de proprietate: *particulară*, la care abundă parcelele mărunte, transformînd imaginea în mozaic sau *cooperatistă*, la care se evidențiază lanuri întinse de pămînt roditor, formate din semănături de cereale, furaje etc.

Criteriile clasice de identificare: tonul, culoarea, textura și structura imaginii peisajului agrar, în funcție de perioada și momentul de aerofotografiere și de filmul fotosensibil utilizat, ne indică, de la caz la caz, de la cultură la cultură, o serie de elemente specifice (fînețele — plante cu flori albicioase și pestrițe — apar cu aspect „noros"; pășunea traversată de cărări de vaci prezintă dungi; cerealele apar reprezentate cu dungi în contrast puternic, arătînd rînduri de însămînțări, sfecla apare în rînduri, cartofii în linii cu aspect pătat etc.).

Interpretarea vizuală a imaginilor peisajului agrar implică întrebuințarea unei analize mai ample, în relief stereoscopic. Aceasta, pe lîngă faptul că pune în evidență cea de a treia dimensiune — înălțimea —, permite observarea și identificarea raporturilor de cauzalitate între plantele de cultură și factorii de mediu. Astfel, volumul de informații se amplifică și interpretarea se îmbogățește cu date valoroase privind repartiția spațială a culturilor în funcție de relief, proprietăți de versant (unghi de pantă, expoziție, înălțime, lungime, lățime etc.). Relieful devine, așadar, un important criteriu de descifrare și identificare a culturilor agricole.

Analiza spectrală și densitometrică a imaginilor aerofotografice este un mod de descifrare cantitativă și calitativă, prin care fotointerpretarea operează în domeniul analizei semiautomate. Pe baza reflexiei (remitenței) spectrale, care diferă de la plantă la plantă, în funcție de stadiul fenologic în care planta se află în momentul aerofotografierii, se identifică plantele de cultură, faza de coacere și timpul util pentru recoltare. Datorită faptului că fiecare specie de plantă de cultură se prezintă în peisajul agrar cu caracteristici structurale, poziționale proprii, prezentîndu-se în imagine cu aspecte de densitate specifice, observațiile densitometrice efectuate ne vor duce mai exact în identificare.

Revenim sumar la modelele prezentate de D. Steiner (1961) și vom reaminti cîteva texturi tipice de culturi agrare.

a) Fînețele pot avea în imagine, în funcție de stadiul fenologic și de compoziție biocenotică, aspecte diferite, prezentîndu-se astfel:

— cu aspect „noros", dacă cîmpul este presărat cu flori.

— cu dungi, dacă terenul a fost cosit recent;

— cu dungi largi, dacă fînul uscat a fost adunat și suprafața a fost greblată;

— cu grămezi, dacă fînul a fost adunat cu grebla mecanică.

b) Pășunile apar:

— picotate, dacă suprafața este presărată cu mănunchiuri de iarbă nemîncate de vite;

— în dungi, care marchează cărări bătătorite de animale.

c) Cerealele sînt prezentate:

— în dungi cu contrast tare;

— în dungi cu contrast intermediar;

— în dungi cu contrast slab, însemnînd rînduri de însămînțări;

— punctate, cu contururi clare, reprezentînd cereale de însilozare;

— cu arii pestrițe care reprezintă snopii, cu suprafețe picotate, care marchează clăile.

d) Cartofii pot să apară în linii sau în pete mici: în primul caz, însămînțarea a avut loc în brazde, iar în cel de al doilea, în cuiburi.

e) Prășitoarele apar cu picățele, dacă se află la începutul creșterii; cu aspect grăunțos, cînd plantele au ajuns la înălțimea maximă a creșterii.

Terenurile pomi-viticole se înregistrează pe aerofotograme cu aspecte deosebite. Astfel, livezile de pomi fructiferi se remarcă prin aranjamentul spațial dreptunghiular, cu picouri de mărimi variabile. Dimensiunea lor marchează vîrsta lor aproximativă. Acestea însă pot apărea și în dungi (dacă se aplică culturi „în gard", dungile se prezintă cu densitate bine exprimată). Arealele cu viță-de-vie se prezintă pe aerofotograme de obicei în șiruri cu aspecte densitometrice mai puțin pronunțate. Această categorie de culturi se mai caracterizează și prin modul special de amenajare a suprafeței. Ocupă de obicei suprafețe de versant mai abrupte, de aceea prezența teraselor artificiale fiind un semn sigur de identificare. Terasarea se pune în evidență foarte clar la stereoscop.

Poziția de ansamblu a diferitelor plante de cultură este, de asemenea, un criteriu important de identificare. Astfel, fîșiile de la partea superioară a versanților cu expoziție sudică sînt prielnice culturii viței-de-vie; cele așezate spre partea mijlocie sînt ocupate de livezi de pomi fructiferi și alte plante de cultură, se dispun pe relief, în funcție de exigențele lor ecologice: zarzavaturile pe lunci, cerealele pe terenuri cu pantă mai domoală, cultivabile cu ajutorul mijloacelor mecanizate etc.

De forma și orografia terenurilor se leagă o serie de soluții agrotehnice, cum ar fi prezența *agroteraselor,* în sectoarele mai abrupte ale versanților regiunilor deluroase. Agroterasele se recunosc ușor pe aerofotograme după poziția lor paralel-orizontală, după situarea lor în sensul curbelor de nivel sau prin tonul și structura lor caracteristică. Fruntile agroteraselor apar într-o textură neregulată, căci aceste părți sînt ocupate de tufărișuri, în timp ce podurile agroteraselor prezintă, de obicei, caracteristicile texturale ale plantelor de cultură care le ocupă în momentul aerofotografierii. Suprafețele joase, de șes (lunci, cîmpii) prezintă alte aspecte de amenajări agrotehnice. Aici, datorită unor condiții specifice de drenaj slab (de suprafață sau subteran), întîlnim în cîmpul imaginilor fotogrammetrice canaluri pentru asanări, aranjate de obicei în structuri geometrice. Imaginile preluate în perioade mai secetoase prezintă canale fără apă sau cu apă foarte puțină, iar cele aerofotografiate în timpul scurgerilor superficiale și subterane abundente, prezintă canalele de asanare sub formă de sisteme de linii de culoare închisă și cu ton uniform. Tot așa, canalele de irigație, la care putem întîlni situații similare, respectiv cu apă, cînd vegetația este în perioadă de creștere și

dezvoltare, și secate, în celelalte perioade ale anului. Separarea canalelor de asanare de cele de irigație se poate face pe baza caracteristicilor spațiale, texturale și de culoare sau nuanță, puse în evidență în aerofotograme.

Un aspect important în fotointerpretarea în domeniul agriculturii este *starea culturilor*, din punctul de vedere al creșterii (etape fenologice), al atacului de dăunători și maladii, precum și al pagubelor.

Înregistrările ortocromatice și pancromatice pot să cuprindă și să exprime aceste situații prin însești modificarea caracterelor de nuanță și culoare a parcelelor afectate de dăunători, căci puterea de remisie spectrală a acestora va fi diferită de cea a parcelelor cu plante sănătoase.

Înregistrările color furnizează informații mai bogate decît precedentele însă cele mai potrivite sînt înregistrările multispectrale și mai ales detectările în domeniul spectral infraroșu. Analiza spectrală pune în evidență toate denaturările și pagubele (de inundație, de maladii, de grindină, de ger etc.). Folosind eșantioane-model din îndrumătoare putem, de asemenea, să ne dăm seama, atît sub aspect calitativ, cît și cantitativ, de pericolul care există sau care amenință terenurile agricole.

Aplicînd periodic acest control, se formează posibilități reale de intervenție în timp util pentru combaterea dăunătorilor.

III.4.9.2. Aprecierea calitativă și cantitativă a producției agricole

Prezintă un interes deosebit în economia agrară. De aceea, specialiștilor le stă în față sarcina permanentă de a aprecia, cît se pote de frecvent, situația în care se află plantele și recolta ce se poate aștepta. Ridicările aero- și cosmofotografice furnizează informații vaste în această privință. Perioadele fenologice caracteristice sînt înregistrate sistematic, atît pe imagini globale la scară mică, cît și pe cele de detaliu, la scară mare. În astfel de înregistrări sînt cuprinse aproape toate datele informative privind starea plantelor, putîndu-se face aprecieri asupra perioadei de coacere, timpului de recoltare și condițiilor de desfacere. Aceste date sînt valoroase în informațiile privind piața, respectiv stabilirea costului de producție, prețului de comercializare etc.

Aerofotointerpretarea în domeniul agriculturii mai prezintă încă o serie de alte aspecte, dintre care: problema drumurilor de acces dintre așezările rurale și terenurile agricole; stabilirea tipului de așezări rurale, repartiția și dezvoltarea lor, influențele exercitate de apropierea centrelor industriale, a municipiilor etc.

Sarcini importante revin fotointerpretării în scopul majorării posibilităților de folosire mai potrivită a terenurilor. În acest scop se impune ca, în afară de aspectele strict agricole, să se analizeze peisajul, factorii și condițiile naturale actuale și paleogeografice. Este importantă analiza și sub aspectul nivelului de mecanizare existent și posibilităților de raționalizare a tehnologiei, căci formele agrotehnice alese nepotrivit pot genera efecte dăunătoare, cum ar fi eroziunea solului, degradarea terenurilor etc. Aceste aspecte pot fi de asemenea descifrate și analizate pe aerofotograme.

III.4.10. Aerofotointerpretarea în domeniul transporturilor și comunicațiilor

III.4.10.1. Aerofotointerpretarea în transporturile feroviare

Pe fotogramele aeriene pot fi detectate, cu ușurință, căile ferate (v. pl. XXXVI). Deși sînt înguste, ele apar vizibile pe aerofotograme la scară mare, datorită contrastului cu mediul înconjurător. În felul acesta se poate stabili dacă este o cale ferată simplă sau una dublă. Pe aerofotogramele la scară mai mică, deși nu mai sînt vizibile șinele, se poate aprecia dacă linia este dublă, în funcție de lățimea terasamentului. Căile ferate electrificate pot fi identificate după prezența stîlpilor așezați la distanțe regulate în lungul întregului traseu. Sectoarele de cale ferată cu cremalieră pot fi detectate prin prezența șinei de mijloc, prin panta mare a căii și relieful accidentat pe care îl străbate. Liniile ferate înguste sînt trădate de terasamentul îngust, cu raze mici de curbură și de eventuala prezență a vagonetelor.

Unele caracteristici constructive ale căilor ferate, ca ramblee, deblee, tuneluri etc., sînt vizibile îndeosebi pe modelul stereoscopic. Tunelurile pot fi detectate și pe o singură aerofotogramă prin faptul că terasamentul și liniile încetează brusc și apoi reapar la fel, după o anumită distanță.

Se pot identifica ușor gările, după clădirile de pe marginea căii ferate, magaziile și liniile de garare și triaj. Raporturile gării cu localitățile apar evidente pe fotogramele aeriene căci se vede dacă gara se învecinează direct cu vreo așezare sau dacă este izolată și dacă are legături rutiere cu așezările din jur. Triajele din gările mari sînt indicate de mulțimea liniilor și a garniturilor de tren, iar depourile se recunosc după clădirile specifice în care intră linii de cale ferată.

Intensitatea traficului poate fi apreciată după caracterul căii ferate (simplă sau dublă, electrificată sau nu), după numărul și mărimea trenurilor surprinse în gări sau pe traseu, după mărimea triajelor și numărul garniturilor și vagoanelor existente, după mărimea magaziilor, rampelor de încărcare-descărcare, după felul și numărul vehiculelor care asigură legătura gărilor cu localitățile și chiar după strălucirea mai mare a șinelor de pe traseele cu trafic intens.

Felul trenurilor (de marfă sau de persoane), tipurile de vagoane (vagoane închise, vagoane-cisternă, vagoane deschise) și unele încărcături vizibile din vagoanele deschise (cărbuni, minereu, roci, cherestea, utilaj industrial, mașini etc.) pot furniza indicații asupra felului transporturilor principale de pe traseul respectiv.

III.4.10.2. Aerofotointerpretarea în transporturile rutiere

Căile rutiere se văd bine pe fotogramele aeriene, putîndu-se identifica și tipul acestora (v. pl. XXXVII). Autostrăzile se deosebesc prin separarea celor două sensuri de rulare, lățimea mare (fiecare sens de rulare avînd cîteva benzi), traseul rectiliniu sau cu curbe largi, intersecții denivelate, ramblee, deblee și viaducte pentru a micșora pantele. Șoselele modernizate pot fi identificate prin tonul deschis (deși este negru,

asfaltul reflectă bine lumina), prin netezimea căii de rulare și lipsa prafului în urma autovehiculelor în mișcare. Drumurile nemodernizate se caracterizează prin lățime redusă, ton deschis dacă sînt uscate, traseu mai neregulat, prezența unor denivelări (chiar și cele mici apar cu tonuri diferite, deoarece reflectă lumina în direcții diferite). Pe aerofotogramele la scară mare apar bine și cele mai mărunte drumuri vicinale și chiar potecile.

Pot fi detectate autogările prin clădirile lor și îndeosebi prin prezența numeroaselor autobuze și a mulțimii de oameni. Stațiile de benzină apar pe fotogramele aeriene cu aspectul lor caracteristic dat de căile de acces, pompele și anexele lor. Atelierele de reparații auto se diferențiază prin hale, rampe, parcaje și vehicule staționate.

Aprecieri asupra traficului rutier se pot face ținînd seama de caracteristicile căii rutiere, de numărul și felul vehiculelor surprinse în mers, de dimensiunile locurilor de parcare, numărul și mărimea stațiilor de benzină, a atelierelor de reparații etc.

Atît pentru căile ferate, cît și pentru cele rutiere, se pot face aprecieri exacte asupra condițiilor geografice din lungul traseului lor și din vecinătate. Se observă relieful și problemele pe care le generează (pante mari și lungi, alunecări de teren și eroziuni care afectează calea), rîurile pe care le traversează sau cu care se învecinează calea de transport și eventualele inundații sau eroziuni laterale care o pot distruge, modul de utilizare a terenului, rețeaua de localități și poziția căilor față de așezările omenești etc. În felul acesta se pot face observații amănunțite asupra raporturilor dintre căile de transport și o serie de alte elemente geografice.

III.4.10.3. Aerofotointerpretarea în transporturile navale

Canalurile navigabile apar bine reprezentate pe fotogramele aeriene și ele se caracterizează prin traseul regulat, de obicei rectiliniu, prin maluri drepte și paralele, cu taluzuri netezite (v. pl. XXXV). Prin dimensiunile lor și prin faptul că nu prezintă derivații mai mici se deosebesc de canalele de irigație sau de cele de alimentare cu apă. Față de canalele cu destinație energetică, cele de navigație nu prezintă baraje sau hidrocentrale, care să le închidă transversal și nici poduri joase. În cazul utilizării mixte, apar ecluzele în dreptul barajelor și ele pot fi identificate.

Rîurile navigabile pot fi detectate prin dimensiunile lor, prin urmele vizibile ale unor rectificări de albie și îndeosebi prin prezența cheiurilor, a instalațiilor portuare și a unor nave fluviale aflate în porturi sau pe traseu. Porturile fluviale sau maritime se disting prin existența danelor, cheiurilor, macaralelor, antrepozitelor și, bineînțeles, a vaselor ancorate. După lungimea cheiurilor, numărul și mărimea danelor, a mijloacelor de încărcare și indiciile despre ritmul încărcării și descărcării se pot face aprecieri asupra intensității portuare. Felul vaselor ancorate, tipul instalațiilor anexe, al antrepozitelor și al mijloacelor de transport pe uscat sugerează specialitatea portului și felul principalelor mărfuri transportate.

III.4.10.4. Aerofotointerpretarea în transporturile aeriene

Fotogramele aeriene nu surprind avioanele în zbor și nici rutele lor, în schimb ele oferă imaginea aeroporturilor, care pot fi identificate prin pistele de decolare, ce apar ca niște șosele sau autostrăzi late, dar scurte și terminate brusc. Sînt specifice clădirile aeroporturilor și îndeosebi hangarele din preajmă, precum și unele instalații și anexe de la sol (cisterne, scări mobile, mijloace de tractare, instalații de semnalizare și de comunicații radio, antene radar etc.). Locurile de parcare a mijloacelor auto și căile de legătură cu orașul pe care îl servește aeroportul pot fi caracteristice. De obicei, pe fotogramele aeriene apar și avioane surprinse la sol în momentul aerofotografierii. După numărul și mărimea pistelor, după mărimea clădirii aerogării, după tipul avioanelor aflate la sol, după mărimea parcajelor se pot face aprecieri asupra intensității traficului aerian (v. pl. XXXIX).

III.4.10.5. Aerofotointerpretarea în transporturile speciale

Mari cantități de energie și materiale sînt transportate prin mijloace speciale, deosebite de cele analizate anterior. Astfel, energia electrică este transportată prin linii de înaltă tensiune, care pot fi detectate pe fotogramele aeriene la scară mare și mijlocie. Apar vizibili stîlpii aliniați și distanțați în mod regulat. Deosebit de evidente apar liniile de înaltă tensiune la traversarea pădurilor, prin fîșia îngustă cu arbori tăiați în lungul liniei. Stîlpii mai mici pot să nu fie vizibili pe aerofotograme, dar apare umbra lor putînd fi detectați în felul acesta.

Petrolul, gazele naturale, apa sînt transportate în cantități foarte mari prin conducte. Deși sînt îngropate, conductele pot fi detectate, pe aerofotograme, uneori, prin ventilele sau camerele de vizitare, care apar aliniate pe traseul conductei. Foarte clar se observă conductele la traversarea rîurilor, deoarece apar suspendate deasupra apei.

Cu ajutorul funicularelor sînt transportate minereuri, cărbuni, roci, material lemnos. Pe aerofotograme se observă liniile de funicular marcate prin stîlpii de susținere, instalațiile de acționare, încărcare-descărcare, depozitele de la capetele liniei.

Telecabinele, telescaunele, teleschiurile pot fi identificate prin prezența stîlpilor, a clădirilor și instalațiilor de la capetele de linie, a cabinelor de pe traseu și după căile de acces către punctele terminale.

În cazul tuturor căilor și mijloacelor de transport, pe fotogramele aeriene ele sînt reprezentate în contextul lor geografic. Aceasta permite să se observe raporturile căilor de transport cu restul elementelor geografice naturale sau de ordin social-economic. Se pot aprecia calitățile și defectele amplasării geografice a căilor de transport, influențele pe care le-au suportat sau pe care le-au exercitat asupra altor elemente geografice. În felul acesta se poate face o integrare corectă a căilor de transport în contextul regional și în complexul elementelor geografice în general.

III.4.10.6. Aerofotointerpretarea în telecomunicații

Pe fotogramele aeriene la scară mare sînt vizibile liniile telefonice și telegrafice aeriene încît poate fi detectată prezența, traseul și localitățile pe care le servesc. Sînt vizibile, de asemenea, posturile de emisie radio, prin pilonii antenelor și eventualele clădiri care adăpostesc aparatura de emisie. Posturile de emisie de televiziune și releele de transmitere apar reprezentate pe aerofotograme prin antenele specifice și clădirile studiourilor. Posturile de recepție pot fi detectate parțial, numai pe fotogramele aeriene la scară foarte mare, prin antenele care devin vizibile.

III.4.11. Aerofotointerpretarea în domeniul geografiei turismului

Prin specificul și complexitatea sarcinilor sale, geografia are posibilități largi pentru a contribui la dezvoltarea turismului, prin cercetări cu profil practic-aplicativ și sinteze de ordin teoretic, fundamental. Contribuțiile *geografiei turismului* se manifestă, în esență, în direcția cunoașterii particularităților potențialului peisajului geografic și evidențierea tuturor capacităților care vizează valorificarea și exploatarea turistică în cadrul unui teritoriu. Împreună cu observațiile și investigațiile pe teren, diferitele categorii de documentări din domeniul activităților turistice, informații specializate ale economiei turismului ș.a., geografia turismului folosește cu succes *metodologia interpretării și expertizei pe bază de materiale aerofotogrammetrice*. Există numeroase laturi și aspecte la care aerofotointerpretarea geografică este în măsură să participe cu rezultate, date și informații necesare pentru economia turismului.

III.4.11.1. Operații pentru pregătirea aerofotointerpretării geografice

Alegerea materialului aerofotogrammetric se face în funcție de scopul urmărit în prospectarea geografică pentru turism. Analiza condițiilor de teren în care se desfășoară traseele turistice necesită *folosirea aerofotogramelor provenite din zboruri cît mai recente, întocmite la scări foarte mari, cu o calitate optică maximă* etc., în vederea unei descifrări cu multă precizie a factorilor geografici și a potențialului de mediu. Gruparea aerofotogramelor se face în concordanță cu obiectivele sarcinilor pe care și le asumă cercetarea geografică. În vederea unor eventuale recopieri și măriri fotografice ale unor perimetre de interes deosebit pentru fotointerpretare se realizează o *selecționare a imaginilor*. Dacă este nevoie se utilizează *imaginile color*, ca de exemplu în cazul prospectării unor delte fluviale, complexe lacustre, zone carstice etc., în scopul selecționării mai precise a categoriilor de potențial natural pentru turism, a cunoașterii în detaliu a structurii peisajului geografic, a alegerii unor obiective turistice cu valoare de monumente naturale, unicate etc. Dacă în sarcina fotointerpretării geografice se include și precizarea condițiilor în care se desfășoară activitățile turistice, în raport cu specificul anotimpurilor ori intervalelor cald și rece în decursul

anului, se impune folosirea *aerofotogramelor provenind din zboruri fotogrammetrice efectuate în perioadele respective.*

Întocmirea fotoasamblajelor este condiționată sub aspectul diversității tipurilor sale de o serie de factori obiectivi. Fiecare categorie de fotoasamblaj oferă posibilități, condiții și informații în măsură să conducă la rezultate utile în aerofotointerpretarea geografică pentru turism. *Cuplurile stereoscopice* satisfac analize și cartări pentru obiective turistice considerate individual (monumente ale naturii; poziția și calitățile pîrtiilor pentru sporturi pe zăpadă; amplasamentul stațiunilor, complexelor, campingurilor turistice; sectoare cu anumite dificultăți din lungul traseelor etc.). *Seriile* sau *benzile de aerofotograme* sînt necesare în vederea cercetării caracteristicilor traseelor turistice; a cunoașterii condițiilor fizico-geografice în lungul sectoarelor unde se proiectează construirea de șosele turistice, linii de telescaun, telecabină, teleski; pentru perimetrele unde se manifestă obișnuit declanșarea și efectele periculoase ale avalanșelor ș.a. Mozaicurile realizate prin racordarea aerofotogramelor pe masa de lucru corespund cerințelor de analiză geografică pe spații mai mari (regiuni turistice, masive montane de interes turistic, litorale cu plaje etc.), pentru care se urmărește obținerea unor informații turistice de ansamblu, întocmirea hărților turistice, regionarea potențialului natural și social-economic pentru turism, cunoașterea mișcării fluxurilor turistice, hărți analitice necesare pentru documentare geografică în vederea elaborării planurilor de sistematizare, organizare și amenajări de interes turistic etc. Pentru astfel de cerințe se folosesc în fotointerpretarea geografică *fotoschemele, fotoplanurile, ortofotoplanurile.* Ultima categorie de materiale, prin caracterele ei de îmbinare a elementelor de fotogrammetrie cu cele de topografie, devine deosebit de utilă pentru efectuarea unor măsurători și calcule asupra capacităților de potențial natural, analizei sistematice și de detaliu a posibilităților de funcționalitate turistică, aprecierii corecte a unor posibilități de amenajare turistică pe un teritoriu etc.

Alegerea bazei de cartare este corespunzătoare fie materialului aerofotogrammetric pe care se face fotointerpretarea, fie planurilor topografice. Prima situație este mai simplă și operativă, deoarece *extragerea datelor și reprezentările cartografice se fac direct de pe imaginile aerofotogrammetrice, la aceeași scară,* folosind ca suport pentru viitoarea hartă turistică elementele bazei fotogrammetrice (rețea hidrografică, repere pentru cote altimetrice și nivele altimetrice, mărimi pentru lungimi și lățimi etc.). A doua modalitate solicită *stabilirea unei baze topografice corespunzătoare celei fotogrammetrice, mai mică ori mai mare decît aceasta,* în funcție de cerințe, pe fondul căreia se transpun indirect datele de cartare turistică, păstrînd întocmai sau generalizînd volumul de informații extrase prin aerofotointerpretare.

III.4.11.2. Aerofotointerpretarea potențialului natural pentru turism

Fotointerpretarea aerofotogramelor se canalizează, în acest caz, în direcția descifrării cantității și calității de potențial aparținînd fiecărei componente fizico-geografice din peisajul analizat, în măsură să condiționeze forme de activitate turistică. Din acest punct de vedere se

analizează diferitele categorii de surse și categorii de potențial natural, operîndu-se o selecționare a acestora, în raport de ponderea deținută în cadrul regiunii, de prioritatea pentru valorificarea turistică, de continuitatea sau discontinuitatea pe ansamblul spațiului geografic cercetat etc.

Pentru componenta relief se urmăresc caracteristicile morfografice, morfometrice, elementele cu valoare de unicat și monument al naturii, posibilitățile care există pentru desfășurarea traseelor turistice (v. pl. XLIII), condițiile de atracție peisagistică, particularitățile privind gradul de accesibilitate al reliefului în funcție de intervalele anotimpurilor ș.a.m.d.

Fotointerpretarea condițiilor climatice, topo- și microclimatice se face ținînd seama de încadrarea regiunii în ansamblul unor caractere climatice mai generale, pe fondul cărora elementele de specific local indică anumite nuanțări ale regimului termic, nebulozității, precipitațiilor atmosferice, vîntului etc. Se urmărește, în amănunt, în ce constă fondul manifestărilor topo- și microclimatice, legate de influența exercitată de relief, hidrografie, vegetație, de activitățile și modificările de ordin antropic etc.

Fotointerpretarea valorilor de potențial hidrografic poate fi orientată în direcții multiple: particularitățile legate de condițiile de existență și izvoarelor, inclusiv cele minerale și termale; analiza apelor de suprafață privită din punctul de vedere al repartiției în spațiul geografic, al caracteristicilor hidrometrice, utilizării pentru alimentarea cu apă, navigație, sporturi nautice, baze pentru pescuit, al funcționalității balneare, valorificării hidroenergetice etc. Fotointerpretarea va ține seamă și de cunoașterea reală a posibilităților de amenajare a potențialului hidrografic pentru anumite activități și forme de funcționalitate specific turistică.

Fotointerpretarea condițiilor fitogeografice se axează pe recunoașterea tuturor formelor de existență a principalelor biotopuri, în măsură să constituie surse de potențial natural cu valoare turistică. Sînt luate în considerație laturi ale potențialului care reflectă valoarea peisagistică și estetică, valoarea recreativă, importanța științifică și, în legătură cu aceasta, rolul și importanța rezervațiilor floristice pentru interesul științific.

Fotointerpretarea potențialului zoogeografic se orientează în direcțiile cunoașterii condițiilor de mediu în care există anumite categorii de faună specifică, ca de exemplu mamifere și păsări în domeniul pădurilor, fauna piscicolă din ape curgătoare, lacuri naturale și antropice, rezervații faunistice, parcuri zoologice etc. O analiză specială comportă fauna din perimetrele destinate valorificării pentru scopuri turistice, așa cum sînt sectoare de rîuri, și lacuri pentru crescătorii cu regim de pescuit sportiv, arealele cu faună cinegetică etc. Astfel de informații pentru potențialul zoogeografic se înscriu pe hărți turistice generale sau speciale, în cadrul cărora, prin semne convenționale și alte metode de reprezentare, se redau areale indicînd prezența unor tipuri de faună și posibilitățile lor de valorificare turistică.

III.4.11.3. Aerofotointerpretarea potențialului social-economic și cultural

Pe imaginile aerofotogrammetrice există un volum mare de date și caracteristici proprii multiplelor *forme de activitate social-economică, care au legături directe ori contigențe cu diferite activități turistice.* O bună parte din aceste structuri social-economice au și însușiri de potențial turistic, unele reprezentînd obiective, baze turistice (v. pl. XLII), mijloace și filiere de funcționalitate turistică. În această privință este necesară o analiză fotointerpretativă asupra:

— *localităților* și, în mod special, asupra celor de profil și interes turistic (orașe, comune, sate, complexe și stațiuni turistice, stațiuni balneare, moteluri, camping-uri etc.);

— *centrelor industriale,* incluzîndu-se în cadrul acestora platforme industriale, combinate, uzine, fabrici, centre și puncte miniere, platforme de extracție petrolieră, termocentrale, hidrocentrale ș.a.;

— *așezămintelor și obiectivelor culturale* din interiorul și din afara localităților, la care se adaugă diferite monumente arhitectonice, puncte și perimetre arheologice, baze sportive și de agrement etc.;

— *căilor de comunicație și transporturilor* de toate genurile, prin funcționalitatea cărora se realizează mișcarea fluxurilor turistice, permanente și sezoniere (aeroporturi; porturi maritime și fluviale; canale de navigație; căi ferate și stații de cale ferată; șosele modernizate și nemodernizate; drumuri forestiere și poteci; linii pentru transportul călătorilor pe cablu ș.a.).

III.4.11.4. Aerofotointerpretarea aspectelor de dinamică și funcționalitate turistică

Prospectarea aspectelor de dinamică turistică comportă identificarea și diferențierea cîtorva trăsături mai importante. Menționăm:

— *Relații de structură și funcționalitate,* între surse, categorii, cantitate și calitate de potențial turistic, urmărindu-se probleme legate de: *potențialul total* (integral); *potențialul parțial; potențialul inepuizabil; potențialul epuizabil; sursele de potențial unitar, în cuplu, în complex sau sistem; potențialul funcțional* (activ); *potențialul latent* (prefuncțional); *potențialul limitat* (subfuncțional).

— *Urmărirea particularităților de funcționalitate turistică,* în raport de caracterele obiectivelor turistice, de posibilitățile oferite de trasee prin gradul lor de amenajare, în condițiile geografice regionale și ale potențialului social-economic existent. Pot fi astfel fotointerpretate *situațiile regimului de funcționalitate: permanent, sezonier, ocazional semifuncțional, nefuncțional* etc.

— *Intuirea situațiilor pe care le comportă dinamica fluxurilor turistice,* luîndu-se în considerație întregul sistem de condiții social-economice din cadrul teritoriului aerofotografiat, interrelațiile care decurg din organizarea turistică pe spații mai largi, regionale și la nivel național, fondul de potențial turistic natural al peisajului geografic etc.

Rezultatele aerofotointerpretării geografice în domeniul turismului se materializează pe hărți turistice complexe sau generale, pe hărți turistice analitice sau parțiale, iar dacă există cerințe speciale, cartările se

pot aplica direct peste imaginile aerofotogrammetrice, obținîndu-se un document de prospecțiune turistică deosebit de complet, precis și, totodată, original.

III.4.12. Aerofotointerpretarea în domeniul geografiei populației și așezărilor

Fotointerpretarea geografică este în măsură să elaboreze studii complexe cu privire la populație și așezări, folosind ca bază de documentare și analiză diferite tipuri tehnice de imagini și asamblaje aerofotogrammetrice. În general, chiar și pe aerofotogramele ale căror imagini prezintă o largă generalizare, datorită scărilor de preluare mici și foarte mici, este posibilă *identificarea localităților și a diferitelor alte trăsături prin care se remarcă urme materiale antropice* răspîndite pe suprafețe mai mari sau mai mici într-un teritoriu. Deși într-o măsură mai redusă, *informațiile asupra populației pot fi extrase indirect,* printr-o analiză selectivă, strîns legată de caracteristicile așezărilor, cît și a întregului spațiu geografic din exteriorul acestora, în fizionomia, prelucrarea, amenajarea și valorificarea căruia există mărturii ce reflectă unele valențe ale populației. Interpretînd diferite elemente cantitative și calitative ale așezărilor fotointerpretarea geografică poate ajunge la rezultate interesante cu privire la populația dintr-o regiune și din cadrul așezărilor acesteia, reușindu-se să se extragă de pe aerofotograme dovezi concludente, inclusiv, pentru aspecte care vizează nivelul de viață al locuitorilor și cele mai evidente realizări care au fost obținute în acest sens. Așa este cazul cu cele mai moderne amenajări, creații tehnico-economice, obiective culturale, medico-sanitare etc., care se reflectă pregnant pe imaginile aerofotogrammetrice etc.

Bazele fotogrammetrice pentru interpretarea geografică a populației și așezărilor sînt cele întocmite la scări foarte mari și mari (1 : 5 000—1 : 15 000). Pentru localitățile urbane, care au dimensiuni deosebit de mari, pe lîngă scările menționate, pentru a avea imagini de ansamblu mai strîns grupate, se mai folosesc scări de 1 : 18 000—1 : 50 000.

III.4.12.1. Aerofotointerpretarea în geografia populației

Cu unele excepții, care sînt condiționate de caracteristici speciale (sporul natural și migratoriu; populația pe grupe de vîrstă și sexe etc.), analiza factorului populație pe materialele aerofotogrammetrice se realizează printr-un volum apreciabil de informații, care rezultă din interpretări deductive, la care se adaugă și aprecieri de ordin cantitativ, ale căror valori se pot exprima în parametri și cifre relative.

Numărul populației reprezintă, în sensul valorilor relative, o funcție cantitativă, care rezultă deductiv din extinderea așezării, desimea clădirilor care constituie locuințe și dezvoltarea construcțiilor de acest gen pe verticală. Creșterea numerică a populației poate să fie recepționată, dacă pe aerofotograme se depistează sectoarele noi ale localității, cartierele rezultate în urma procesului de sistematizare, prin extinderea spațiului construit. Identificînd cu atenție toate aceste areale, se poate exprima, în procente orientative, cît de mare a fost creșterea numărului

de locuitori în faza recentă a dezvoltării localității. În orașele care se modernizează, așa cum este situația orașelor noastre, clădirile și cartierele noi preiau o mare parte din populația preexistentă.

Densitatea populației, indicator sensibil în înregistrarea fluctuațiilor demografice, se reflectă indirect, prin intermediul unora dintre elementele structurale ale localităților (de exemplu, gruparea construcțiilor de locuințe și tipul acestora). Se poate ajunge astfel la unele aprecieri orientative, cu privire la densitatea probabilă.

III.4.12.2. Aerofotointerpretarea în geografia așezărilor

Fotointerpretarea geografică poate obține, prin intermediul analizei aerofotogramelor, informații numeroase legate de *categoriile de așezări omenești, caracterele lor morfologice, structura, specificul funcțional* ș.a. Privite în sinteză, investigațiile pe aerofotograme permit identificarea așezărilor „sezoniere" și „permanente"; poziția și localizarea localităților rurale și urbane și trăsăturile lor morfologice (mărime, formă, structură, textură) (v. pl. XXXIX); vechimea și evoluția lor în spațiul geografic; caracterele funcțiilor social-economice și influența acestora asupra perimetrului teritorial apropiat și îndepărtat etc.

III.4.12.2.1. *Aerofotointerpretarea geografică a așezărilor rurale*

Imaginile aerofotogrammetrice prezintă un cîmp de informații larg, cu privire la elementele de geografie specifice așezărilor rurale. Scările de aerofotografiere, mari și foarte mari, scot în evidență caracteristici de ansamblu și de detaliu, în funcție de care este posibilă o cunoaștere geografică complexă a oricărui tip de așezare rurală.

Dispersia așezărilor rurale este recepționată pe aerofotograme prin mai multe aspecte. Pe un ansamblu regional aerofotografiat există posibilitatea constatării dispersiei pentru un număr mai mare de localități rurale situate, unele în raport cu altele, la anumite distanțe. Dispersia este observată, prin dimensiunile și implicațiile sale, și în cadrul limitelor unei comune, constituită din mai multe sate amplasate la distanțe variabile. De asemenea, dispersia poate fi analizată și în interiorul unei singure localități rurale, rezultînd din modul de grupare a elementelor sale structurale.

Caracterele morfologice — structura, textura, forma și mărimea vetrelor — variază proporțional cu natura și potențialul terenului pe care s-a organizat vatra (intravilanul). Se pot observa, pe fotograme, intravilane mai extinse ori mai restrînse, structuri adunate-compacte ori răsfirate, echipări tehnico-edilitare asemănătoare orașelor ș.a. (v. pl. XLV, XLVI).

Funcțiile social-economice ale așezărilor se deduc, pe aerofotograme, pe baza identificării unor elemente de organizare și activitate existente în interiorul localităților și în afara acestora (v. pl. XLIV). De exemplu, funcția agrozootehnică poate fi constatată prin existența construcțiilor necesare pentru creșterea vitelor și prezența terenurilor care au culturi de furaje, spații pentru izlazuri etc. Funcția agro-industrială rezultă din construcțiile și amenajările de profil industrial, întreprinderi de utilaje, existența stațiunilor de mașini agricole, centre de însilozare etc.

III.4.12.2.2. *Aerofotointerpretarea geografică a așezărilor urbane*

Mediul urban se prezintă situat în cadrul său natural, respectiv în peisajul fizico-geografic, cu toate particularitățile și nuanțele sale structurale și de formă. Asemenea trăsături pot fi reflectate vizibil pe materialele aerofotogrammetrice, în funcție de multiplele caracteristici tehnice pe care le dețin aerofotogramele. În fotointerpretarea geografică a unui oraș sîntem puși în situația de a efectua, atît *analiza componentelor de antropizare,* cît și *a trăsăturilor componentelor naturale,* care constituie suportul peisajului umanizat. Deși studiul propriu-zis se axează, în principal, pe cunoașterea formelor și particularităților de ordin antropic, anticipat ori simultan, este necesar să se facă *analiza fiecărei componente fizico-geografice,* inclusiv a modificărilor pe care le-au suferit acestea în procesul de urbanizare. De asemenea, se urmăresc *raporturile care s-au stabilit între componentele peisajului fizico-geografic și cele ale peisajului antropizat ajuns la treapta de urbanizare.* În toate aceste împrejurări, analiza se bazează pe *folosirea diferitelor categorii de indicii directe și indirecte* (v. pl. XL).

Fotointerpretarea structurii urbane pornește de la ansamblul din care este constituit un oraș, ale cărui sectoare sînt mai mult sau mai puțin distincte, în directă concordanță cu funcțiile generale social-economice pe care le îndeplinesc acestea. Asemenea sectoare reprezintă cartiere sau grupări de cartiere, caracterizate printr-o anumită autonomie în cadrul localității și îndeplinind un rol specific în viața orașului. Cunoașterea lor generală cît și în detaliu devine indispensabilă, atunci cînd este nevoie să fie sistematizat orașul, introducînd elemente noi în structura acestuia. De aici, rezultă și sarcina ca aceste sectoare geografice din perimetrul urban să fie temeinic analizate, să li se stabilească caracteristicile esențiale și cerințele pe care le ridică în cadrul teritoriului, în vederea dezvoltării lor în perspectivă.

Studiul asupra structurii urbane nu se poate lipsi de *cercetarea materialelor aerofotogrammetrice la scări mari și foarte mari,* care permit ilustrarea inclusiv a unor trăsături de detaliu.

După ce în prealabil se realizează o *privire generală asupra modului în care aerofotogramele reflectă anumite trăsături ale dezvoltării în timp și spațiu a orașului,* se trece la etapa unei *analize definitorii asupra sectoarelor geografice din mediul urban și a limitelor acestora.* În vederea trasării corecte, pe materialele aerofotogrammetrice, iar de pe acestea pe schițe separate, a limitelor ce conturează componentele orașului, se folosesc indiciile directe și indirecte legate de tipul căilor ferate, șoselelor și străzilor, piețelor publice, spațiilor verzi, densitatea aparentă a grupelor de clădiri etc. Pentru fiecare sector de oraș, astfel delimitat, se pot extrage pe schițe sau planuri defalcate anumite trăsături ale structurii urbane, inclusiv raporturile acesteia cu diferitele componente naturale sau antropice din spațiul geografic studiat. Printr-o astfel de modalitate, *diagnoza fotogrammetrică* ne va ajuta să explicăm, de exemplu, faptul că unele cartiere mai recente au fost amplasate în diferite sectoare ale orașului din necesitatea folosirii terenurilor salubre, lipsite de umezire superficială, mai departe de cursurile de apă etc. În raport de asemenea constatări, care rezultă din procesul aerofotointerpretării, se vor contura și *indicațiile de perspectivă, cu privire la dezvoltarea spațiului urban în*

diferitele lui sectoare, în funcție de condițiile oferite, atît de componentele fizico-geografice, cît și de caracteristicile social-economice ale orașului. Pentru studiul cartierelor sectoarelor orașelor, cele mai practice și utile materiale aerofotogrammetrice sînt cele întocmite în jurul scării de 1 : 5 000. Pe astfel de imagini, structura interioară a rețelei urbane devine deosebit de vizibilă, dezvăluind forme de manifestare intimă asupra vieții și activității social-economice. Astfel, diferitele spații construite și compoziția acestora pun în evidență grupări ale construcțiilor în jurul unor perimetre de circulație și activitate interioară intensă (piețe, intersecții de artere principale de circulație, anumite centre comerciale etc.). Imaginile aerofotogrammetrice de acest gen permit observații concrete asupra modului de valorificare a diferitelor categorii de terenuri și spații, remarcîndu-se destinația concretă a acestora.

Fotointerpretarea circulației urbane poate surprinde diferite aspecte ale momentelor și formelor prin care se realizează mișcarea în interiorul unui oraș. Acesta oferă *informații asupra modului cum se realizează deplasările mijloacelor de locomoție și a traficului* în general, în lungul oricărui tip de cale de acces. Pot fi urmărite și diferențiate categoriile căilor de circulație, pînă la nivelul celor mai mici străzi, tipurile de racorduri, de convergențe și divergențe ale căilor de acces, atît în interiorul orașelor cît și dincolo de limitele perimetrelor așezărilor urbane. Întrucît aerofotogramele prezintă o imagine clară și absolut completă în privința dificultăților și a înlesnirilor pe care le are fluxul de circulație în orașe, *pot fi analizate și măsurile concrete privind îmbunătățirea circulației, în direcția principalelor centre comerciale, a marilor întreprinderi și cartiere,* măsurile care trebuie adoptate în vederea descongestionării traficului pe anumite artere, magistrale, la anumite intersecții etc. De asemenea, analiza fotogrammetrică permite *efectuarea unor măsurători cantitative* (distanțe ce se parcurg în lungul unor căi de acces, frecvența intersecțiilor care diminuează viteza și ritmul circulației etc.). *Fotointerpretarea este în măsură să stabilească și anumite amenajări,* care sînt necesare în rețeaua de circulație rutieră ca, de exemplu, lărgirea unor străzi și bulevarde, deschiderea în interiorul cartierelor a unor noi artere de circulație, pentru descongestionarea fluxului de transport și mișcarea în general în unele perimetre și pentru reducerea la maxim a timpului de deplasare de la un punct la altul al cartierelor și magistralelor din oraș.

Utilizîndu-se stereoscoape și interpretoscoape cu sisteme optice de mărire puternică, *se pot detecta tipurile de vehicule și chiar situațiile în care se află aceste mijloace de transport, în mers sau staționate.* Aerofotogramele succesive sau alăturate înlesnesc *cunoașterea vitezei de deplasare a vehiculelor, prin urmărirea simultană a poziției acestora pe imaginile aerofotogrammetrice,* în raport cu alte vehicule din apropiere. Pe aerofotograme sînt *identificate cu ușurință și locurile de parcare, stațiile de oprire pentru autovehicule, distanțele dintre stații etc.,* putîndu-se aprecia și timpul necesar anumitor categorii de vehicule pentru a parcurge o distanță în interiorul orașului. Materialele aerofotogrammetrice cu scări de un mare detaliu permit cunoașterea dificultăților de circulație, care există datorită aglomerărilor pe arterele de circulație mici, în comparație cu magistralele care dirijează curenții de mare circulație. În

privința vitezei de circulație a vehiculelor, imaginile aerofotogrammetrice ne oferă unele informații concrete. De exemplu, imaginile vehiculelor, care nu se suprapun pe două aerofotograme alăturate, dovedesc deplasarea acestora în intervalul de timp care a separat cele două aerofotografieri succesive. Atunci cînd un vehicul se află în mișcare, pe imaginile sale succesive, care reprezintă pozițiile în timpii t_1 și t_2, deoarece ele nu se suprapun, se vor observa două siluete distincte. De aceea, pe imaginile aerofotogrammetrice ale cuplului respectiv, poziția vehiculului va apare în puncte diferite. Distanța care desparte cele două poziții succesive ale vehiculului corespunde cu lungimea și respectiv viteza parcursă de acesta în timpul deplasării. Cunoscînd intervalul de timp (t), care desparte cele două aerofotografieri succesive, se poate calcula viteza orară în kilometri a mijlocului de locomoție respectiv. Distanța, măsurată pe aerofotograme, între cele două poziții ale vehiculului este direct proporțională cu viteza medie a acestuia în timpul t. Cît privește calcularea intervalului de timp, se știe că acesta este în funcție de viteza de zbor care, la rîndul ei, este dependentă de înălțimea sau plafonul de zbor, de mărimea distanței focale, precum și de baza de aerofotografiere. Prin calcule se poate obține valoarea medie a vitezei deplasării unui vehicul, a cărei eroare este relativ mică.

În privința examinării parametrilor de circulație în cadrul orașelor, interpretarea aerofotogrammetrică oferă diferite *posibilități de analiză cantitativă,* cum este aceea pe bază de *hărți, grafice, tabele sinoptice* etc. Se obțin astfel *hărți cu repartiția vehiculelor,* pe ansamblul orașelor ori separat, pentru diferitele cartiere ale acestora. Reprezentările cartografice de acest gen permit și notarea sectoarelor de staționare, itinerariile de anumite grade și fluxuri de circulație, categoriile de vehicule etc. Punctele de blocare ale circulației pot fi direct stabilite prin cunoașterea numărului de vehicule și viteza medie a acestora în cadrul diferitelor culoare de transport. De asemenea, *se pot cartografia „curenții de circulație"*, folosind parametrii valorici ai vitezelor vehiculelor și pozițiile acestora în lungul șoselelor și magistralelor rutiere. Pentru realizarea unor astfel de analize fotogrammetrice interpretative sînt necesare materiale aerofotogrammetrice efectuate la intervale diferite de timp din cadrul aceleiași zile și pentru un sector bine stabilit de trafic rutier. Asemenea sondaje se pot face și pentru perioade de timp mai îndelungat, în vederea asigurării unui ritm operativ în dinamica circulației din interiorul orașelor. Hărțile menționate pot fi însoțite de tabele sinoptice, care să cuprindă date amănunțite privind analiza circulației rutiere sub diverse aspecte, precum și de grafice de corelație între elemente, cum sînt: frecvența medie a vehiculelor pe km lungime de arteră de circulație; compoziția traficului rutier pe tipuri de artere de circulație, cartiere etc.

Alături de toate aceste aspecte, fotointerpretarea intervine și în probleme de *cunoaștere a stării practicabile a căilor de comunicație și de aplicare a unor măsuri de întreținere a șoselelor și drumurilor.* Un asemenea fapt este strîns legat și de problema sistematizării noilor căi de acces în cadrul marilor așezări și dincolo de limitele acestora. În privința stării practicabile a drumurilor, fotointerpretarea calitativă și cantitativă ne oferă un volum important de date. De exemplu, materialele aerofotogrammetrice reflectă *gradul de uzură al șoselelor și al materiale-*

lor din care sînt construite acestea (asfalt, cămaşă de beton, piatră cubică etc.), sectoarele cu dificultăţi în transport (pante accentuate, curbe, puncte de îngustare etc.). De asemenea, imaginile aerofotogrammetrice arată şi diferitele amenajări care au fost întreprinse în vederea amplasării unei căi de comunicaţie, cum ar fi terasamentele de tipul rambleelor, debleelor, podurilor, viaductelor, tăierii versanţilor etc.

Fotointerpretarea spaţiilor libere din cadrul aşezărilor urbane prezintă importanţă din mai multe puncte de vedere, între care stabilirea calităţii funcţionale a spaţiului liber şi structura internă a spaţiului liber destinat. Există suficiente elemente indicatoare pe o aerofotogramă care, prin intermediul indiciilor de descifrare, să permită cunoaşterea destinaţiei funcţionale a spaţiilor libere din interiorul marilor aşezări, ca de exemplu, pieţe de convergenţă a arterelor de circulaţie, terenuri de sport, parcuri pentru distracţii, spaţii pentru parcarea autovehiculelor, grădini publice, spaţii verzi etc. Împreună cu aspectul specific determinat pe aerofotograme de către spaţiile libere, mai apar deosebit de expresive formele de o anumită geometrie a acestor terenuri şi o serie de trăsături care reflectă modul de valorificare a teritoriului. De exemplu, desfăşurarea peluzelor, a taluzurilor, a suprafeţelor acoperite cu anumite construcţii, traseul unor drumuri, gruparea vegetaţiei, amplasarea seriilor de bănci în cadrul parcurilor, poziţia piscinelor, a fîntînilor arteziene etc. Suprafeţele rezervate fiecăreia dintre aceste activităţi prezintă contraste care se afirmă distinct, prin multiple gradaţii sau intensităţi ale nuanţelor de cenuşiu, pe fotogramele alb-negru, cît şi prin diversităţile diapazonului cromatic, pe aerofotogramele color şi pe cele spectrozonale.

Fotointerpretarea sectoarelor urbanistice cu funcţii industriale vizează în principal identificarea întreprinderilor industriale (uzine, ateliere, antrepozite etc.), care prezintă efectiv, pe imaginile aerofotogrammetrice, fizionomia caracteristică ce permite să fie distinse cu certitudine. Unele categorii de grupări industriale, a căror funcţie este exprimată prin anumite semne sau trăsături exterioare sau prin însăşi structura construcţiilor şi anexelor acestora, pot fi stabilite prin aerofotointerpretare. De exemplu, întreprinderile industriei extractive, rafinăriile, oţelăriile, centralele termice, centrele de industria lemnului, uzinele constructoare de maşini şi utilaj greu etc. sînt evidente prin trăsăturile lor de ansamblu cît şi prin anumite elemente de detaliu ale diferitelor instalaţii, clădiri, rampe de încărcare, piste pentru probe etc.

III.4.13. Aerofotointerpretarea în domeniul sistematizării teritoriului şi localităţilor

Cercetarea geografică efectuată în scopul documentării sistematizării teritoriului şi localităţilor apelează în mod curent la metodologia aerofotointerpretării, care este în măsură să pună în evidenţă un material faptic concludent cu privire la toate particularităţile, nuanţele structurale şi de formă, potenţialul productiv şi profilul de specializare social-economică proprii unui teritoriu sau unei localităţi. Valorii incontestabile a observaţiilor, măsurătorilor şi cartărilor pe teren, fotointerpretarea geografică îi aduce numeroase completări şi precizări, deoarece *imaginea*

aerofotogramei păstrează, pînă în cele mai mici detalii, identitatea perfectă a spațiului teritorial și materializarea în timp a componentelor și elementelor de constituire și funcționalitate social-economică din cadrul așezărilor omenești.

III.4.13.1. Baza aerofotogrammetrică pentru fotointerpretare

Caracterul special al fotointerpretării geografice în probleme de analiză a peisajului în sprijinul sistematizării teritoriului și localităților conduce la obligația de a respecta unele informații din teren, cu privire la selecționarea tipului de material aerofotogrammetric.

— *Materialul aerofotogrammetric* deosebit de eficient este cel provenit din zborurile de aerofotografiere de la înălțimi relativ reduse, cu avioane și elicoptere care nu au performanțe de viteze prea mari. Acest gen de ridicare aerofotogrammetrică este necesar pentru a recepționa imagini aerofotogrammetrice de o claritate perfectă, cu lux de amănunte și la o scară de proporții dintre cele mai convenabile. Folosirea imaginilor color normale și color convenționale (spectrozonale) contribuie într-o măsură sporită la identificarea selectivă a numeroaselor elemente teritoriale, care interesează sistematizarea cum ar fi: caracteristicile componentelor peisagistice fizico-geografice împreună cu potențialul pe care îl oferă pentru diferite moduri de valorificare economică; aspectele de antropizare integrate în structura mediului natural; situațiile de degradare și poluare a naturii înconjurătoare; condițiile de amplasare a localităților, raporturile lor directe cu componentele fizico-geografice; elementele structurale ale localităților, pornind de la poziția și alcătuirea vetrelor, pînă la cele mai recente și îndepărtate sectoare și cartiere etc. Întrucît filmele, prin calitatea lor fotografică, înlesnesc într-o măsură mai mare gradul de claritate, ele sînt preferate copiilor fotogrammetrice, analiza lor la interpretoscop înregistrînd un randament sporit.

— *Asamblajele aerofotogrammetrice* cele mai frecvent utilizate sînt *ortofotoplanurile* și *fotoplanurile* la scări cuprinse între 1 : 5 000 și 1 : 15 000. Acestea oferă, în mod excepțional, capacitatea maximă de informare pentru fotointerpretarea geografică, datorită posibilităților de a se efectua, pe baza lor, măsurători de mare detaliu și precizie, corelări cu planuri topografice la scări corespunzătoare, precum și datorită operativității deosebite pe care o permit în situația cartărilor pe teren. *Mozaicurile,* asamblate după cerințe, sînt utile pentru reconstituiri rapide și diverse ale situațiilor perimetrelor de terenuri prevăzute în proiectul de sistematizare (analiza terenurilor degradate; depistarea suprafețelor cu grade diferite de fragmentare; raportarea modurilor de folosință la categoria de relief, sistemul de amenajare, tipul de soluri ș.a.). În cazul localităților, întocmirea mozaicurilor se pretează în împrejurări cum sînt: prospectarea structurii vetrelor și a condițiilor de amplasare în peisajul geografic; evoluția în spațiu a edilitarului, a perimetrelor și platformelor industriale; cunoașterea sectoarelor cu diferite funcții social-economice (comerciale, de cultură și învățămînt, pentru activități sportive și recreere etc.). *Benzile aerofotogrammetrice* corespund cerințelor de informare și analiză fotogeografică pe anumite aliniamente, așa cum sînt: terenurile desfășurate în lungul albiilor de rîuri; cercetarea bazinelor de torenți,

în vederea amenajării și regularizării acestora; cunoașterea în detaliu a spațiului geografic pe suprafața căruia se proiectează extinderea unor laturi ale localităților etc. *Stereocuplurile* îndeplinesc cerințe multiple: cartări limitate spațial, dar de un mare detaliu și exactitate; pentru fotointerpretări geografice de tip sondaj, în cadrul unor areale mai mari de teritoriu prevăzut în proiecte și lucrări de sistematizare; analiza sectoarelor de localități supuse dezafectărilor ș.a.m.d.

III.4.13.2. Aerofotointerpretarea în domeniul sistematizării și organizării teritoriului

Fotointerpretarea imaginilor aeriene în sprijinul organizării și sistematizării teritoriului se concretizează într-o serie de operații care sînt specifice domeniului de cercetare geografică. Ele conduc, în esență, la o cît mai bună cunoaștere cantitativă și calitativă, a structurii peisajului geografic aerofotografiat, făcîndu-se aprecieri asupra posibilităților de utilizare optimă a teritoriului.

— *Fotointerpretarea condițiilor fizico-geografice* se realizează pentru fiecare componentă naturală, reținînd în acest sens multiple caracteristici. Sînt necesare *observații și calcule la nivel de parametri specifici,* în scopul obținerii unor rezultate cantitative reale, specifice categoriilor de potențial corespunzătoare reliefului, particularităților climatice regionale, topo- și microclimatice, hidrografiei, solurilor, vegetației, fondului faunistic și cinegetic. Din fotointerpretare trebuie să rezulte cartări *separate pentru fiecare componentă fizico-geografică, ori pe cupluri de componente* (relief și hidrografie; soluri și vegetație); *cartări speciale* care să cuprindă, printr-un sistem geografic de regionare sau zonare, selecția în spațiu a perimetrelor (arealelor) cu potențial diferențiat al fiecărei componente naturale din peisaj. Prin *simboluri, indici* se pot exprima, pe hărțile întocmite după aerofotograme, anumite *însușiri cantitative și calitative,* proprii *structurii bonitative* a componentelor fizico-geografice. Date și valori suplimentare, extrase prin măsurători și calcule direct de pe aerofotograme (suprafețe, lungimi, lățimi, înălțimi, valori de frecvențe, densitate etc.), se pot înscrie sistematic în tabele sinoptice ori pot fi prelucrate și cumulate în grafice de corelație, comparație, analiză, sinteză.

— *Fotointerpretarea gradului de valorificare și afectare antropică a componentelor fizico-geografice* se realizează prin analiza corelațiilor dintre capacitatea de potențial natural din cadrul unui teritoriu și modul de utilizare social-economică, din al cărui sistem dinamic rezultă și anumite ruperi de echilibru, degradări în peisajul geografic. Analiza fotointerpretativă se canalizează, într-o primă fază, în direcția *constatărilor și aprecierilor cantitative și calitative cu privire la fondul de valorificare prin diferite activități social-economice* (agricultură, silvicultură, industrie, căi de comunicație, așezări etc.), al întregului teritoriu, constatîndu-se proporțiile de repartizare existente pentru fiecare dintre acestea, inclusiv pe bază de calcule și cartare. În etapa a doua de lucru se procedează la *observarea modului în care au fost repartizate spațiile geografice (terenurile) pentru fiecare categorie de folosințe* menționate anterior. Într-o fază ulterioară a fotointerpretării se urmărește extragerea informațiilor de pe aerofotograme, privind *gradul sau intensitatea de solicitare a com-*

ponetelor fizico-geografice de către fiecare mod de utilizare și sistematizare a teritoriului în etapa cînd se realizează cercetarea. Dintr-un astfel de sondaj vor rezulta și constatările care vizează degradarea peisajului fizico-geografic și, implicit, modificările care intervin în cantitatea și calitatea potențialului natural din cadrul teritoriului.

— *Fotointerpretarea condițiilor economico-geografice* angajează toate laturile, prin intermediul cărora formele de activitate social-economică s-au integrat în structura mediului natural modificîndu-i fizionomia și generînd, prin interferență, trăsăturile peisajului geografic de antropizare. Ca urmare, pe suprafața teritoriului din imaginile aerofotogrammetrice se va analiza în ce constă *prezența categoriilor de valorificare socială și economică.* Fotointerpretarea este bine să urmărească organizarea și sistematizarea teritoriului, începînd de la cea mai cuprinzătoare destinație social-economică a terenurilor, pînă la categoria de funcționalitate minimă. Localitățile și terenurile ocupate de acestea vor constitui un cadru separat de fotointerpretare, datorită complexității caracterelor geografice pe care le ridică. Fotointerpretarea va ține seamă la fiecare tip de folosință de mai multe elemente: *poziția în teritoriu; extinderea sau mărimea; continuitatea în spațiu; interferența și suprapunerea cu un alt mod de folosință; nivelul de organizare corespunzător tipului de sistematizare; tipul de potențial geografic utilizat și capacitatea acestuia; apreciere asupra calității pe care o reflectă în valorificarea teritoriului și eficiența economică; observații cu privire la cerințele care se impun sub aspect geografic pentru proiectul de sistematizare; semnalarea aspectelor de degradare a terenurilor, cu mențiunea stadiului și intensității acesteia.* Fotointerpretarea se încheie cu *elaborarea unei cartări,* care poate să fie diferențiată pe una sau mai multe categorii de utilizare a teritoriului în scopuri economice sau să fie complexă sau generală conținînd, similar regionărilor geografice, individualizările și respectiv, grupările tuturor modurilor de valorificare și organizare a terenurilor.

III.4.13.3. Aerofotointerpretarea în sistematizarea localităților

Analiza, pe bază aerofotogrammetrică, a localităților se efectuează pe două direcții principale: *fotointerpretarea așezărilor urbane* și *fotointerpretarea așezărilor rurale.* Deși diferențiate în acest mod, cele două laturi ale fotointerpretării geografice prezintă o serie de elemente similare, complexitatea și volumul mai mare de date pentru analiză aparținînd orașelor.

III.4.13.3.1. *Aerofotointerpretarea în sistematizarea așezărilor rurale*

Se orientează, în principal, pe cîteva coordonate de profil geografic, care, urmărite într-o anumită succesiune, permit obținerea unor concluzii finale reflectînd specificul localității respective. Se începe cu *analiza amplasării teritoriale a localității* și a particularităților care decurg din această situație. Se identifică în ce constau *principalele intercondiționări spațial-teritoriale ale așezării,* în raport cu structura componentelor de peisaj fizico-geografic. În legătură cu aceste observații se constată, pe aerofotograme, care sînt *elementele diferențiate și deci specifice ale peisajului rural, pentru comunele și satele lor componente din regiunile de*

munte, deal, podiș, cîmpie, zone depresionare, culoare de vale, zone de țărmuri etc. Analizîndu-se *morfostructura localităților rurale,* se ține seamă de forma, structura și textura lor, făcîndu-se observații detaliate asupra vetrelor, al căror areal se perimetrează cu atenție, studiindu-se, pentru interiorul acestora, modurile de utilizare a terenurilor și notîndu-se eventualele propuneri de restructurare, pentru o folosire optimă a spațiului și condițiilor geografice existente (v. pl. XLIV). *Dotările edilitare* constituie o altă latură care interesează procesul de fotointerpretare. Pot fi urmărite condițiile de electrificare; instalațiile de transmisie pentru radio și televiziune; sursele de alimentare cu apă potabilă și industrială; construcții noi (obiective social-culturale, cartiere de locuințe etc.); tipul de arhitectură al clădirilor; materialul de construcție folosit la clădiri, diferite alte edificii etc. De asemenea, pentru perimetrul funcțional al localităților rurale, interesează *situația degradării terenurilor,* în general, și a *solurilor,* în special, condițiile de producere a inundațiilor și înmlăștinirilor, prezența indiguirilor, amenajărilor prin regularizarea cursurilor de apă, lacurilor de retenție, canalelor de irigații etc.

Recomandările cu privire la *sistematizarea în perspectivă a localităților rurale,* care pot face obiectul fotointerpretării geografice sînt: indicarea terenurilor nefolosite sau neproductive; areale geografice unde există condiții pentru refacerea sau extinderea fondului agricol și forestier; perimetre unde este posibilă comasarea terenurilor dispersate; locuri unde se pot reorganiza și extinde rețeaua căilor de comunicație ș.a. Pentru I.A.S.-uri, C.A.P.-uri și complexele agroindustriale problemele sînt similare, cu mențiunea că datorită profilului lor economic specializat, procesul de fotointerpretare geografică este orientat, în funcție de anumite cerințe, în direcțiile unei analize și cartări pedogeografice de un mai mare detaliu: analiza proceselor de degradare a terenurilor diferențiat pe categorii de folosințe; prospectări aerofotogrammetrice periodice, cu scopul cunoașterii mai exacte a influențelor microformelor de relief și a expoziției suprafețelor de teren asupra productivității culturilor etc.

III.4.13.3.2. *Aerofotointerpretarea în sistematizarea localităților urbane*

Orașele, prin complexitatea structurii lor, specificul funcțiilor social-economice, gradul de extindere în spațiul geografic, subordonarea unor comune în raza lor de coordonare, volumul mare de modificări introduse în peisajul natural, pe fondul cărora această categorie de așezări se află integrate, angajează fotointerpretarea geografică în multiple aspecte. Menționăm:

— *Analiza condițiilor specifice de mediu în care se află situat orașul,* în funcție de care sînt legate anumite aspecte ale constituirii localității, evoluției în timp și spațiu și rolul pe care îl joacă în activitățile social-economice regionale. Împreună cu urmărirea caracterelor componentelor fizico-geografice din raza localității urbane, se reconstituie cu ajutorul imaginilor aerofotogrammetrice transformările și substituirile pe care le-a suferit peisajul natural, ca urmare a prezenței orașului, intuindu-se eventualele modificări rezultînd din proiectul de plan al sistematizării.

— *Particularitățile de formă (morfologie)* ale orașului se pot observa cu exactitate pe aerofotograme, interesul manifestat pentru cunoașterea acestora fiind legat de investigațiile geografice cu privire la posibilitățile

de păstrare în viitor a formei, odată cu extinderea localității urbane, ori apariției, în perspectiva sistematizării, a unor elemente distincte pentru morfologia așezării, condiționate, fie de prevederile tehnice ale construcției, fie de specificul dictat de structura unora dintre componentele fizico-geografice.

— *Identificarea perimetrelor posibile pentru extinderea mediului urban* decurge ca o necesitate a expertizei geografice din faza anterioară fotointerpretării. Această latură a prospectării se realizează printr-o analiză cantitativă și calitativă a peisajului fizico-geografic și a potențialului pe care îl deține acesta, iar, pe de altă parte, a sectoarelor funcționale ale orașului a căror extindere își găsesc o rezolvare corespunzătoare din punct de vedere geografic în planul de sistematizare (evitarea spațiilor cu valoare agricolă deosebită, a terenurilor insalubre prin înmlăștinire, inundații, degradare naturală, anumite dificultăți generate de formele de relief, efectele poluării etc.).

— *Condițiile de manifestare a relațiilor dintre rezidență și locul de muncă* constituie un alt punct important ce trebuie inclus în problematica aerofotointerpretării geografice în cazul sistematizării urbane. Cunoașterea condițiilor geografice pentru acțiunea corespunzătoare a unor astfel de relații este necesară atît în cazul localităților urbane propriuzise, cît și în situația centrelor comunale prevăzute să devină orașe și ea trebuie făcută ținîndu-se seama de mai multe considerente. Distanța care se parcurge de către populație de la locul de rezidență la locul de muncă și invers; calitatea căilor de transport și dificultățile de deplasare în lungul acestora în anumite intervale ale anului (iarna, toamna), în timpul nopții etc.

— *Aspectele care vizează suburbanizarea* solicită fotointerpretării geografice extinderea spațiului teritorial analizat, în raport cu poziția și distanța la care sînt situate așezările rurale din sfera de cuprindere administrativă a orașului. Fotointerpretarea urmărește cunoașterea aspectelor fizico- și economico-geografice ale acestor localități de subordonare, inclusiv a elementelor de dinamică în teritoriu, care există sau vor apărea prin legăturile dintre cele două categorii de așezări.

— *Elaborarea hărților, schițelor, tabelelor de diagnoză* etc. care rezultă din finalizarea aerofotointerpretării geografice.

III.5. TRANSPUNEREA PE HARTĂ A INFORMAȚIILOR OBȚINUTE DIN AEROFOTOINTERPRETARE

Pentru transformarea informațiilor aerofotogrammetrice în *date de reprezentare grafică și cartografică* este necesar ca imaginile aerofotogrammetrice să fie asamblate în perechi, care să se constituie în cadrul aceleiași *benzi* (serii), cu o acoperire longitudinală a imaginilor de aproximativ 66%. La rîndul lor, aceste benzi se pot asambla lateral între ele, printr-o acoperire medie de 33%, așa cum se procedează în cadrul întocmirii *mozaicurilor de aerofotograme*. Transpunerea se poate face prin metode grafice. În caz contrar, procedeele sînt numai acelea care se bazează pe aplicarea metodelor instrumentale și a măsurătorilor cu ajutorul aparatelor.

III.5.1. Transpunerea prin metode grafice

Preluarea datelor de pe aerofotograme și transpunerea lor se realizează cu un grad diferențiat de precizie, în raport cu metoda grafică care se utilizează.

Metoda vizuală sau a contururilor poate fi folosită prin două modalități: extrăgînd direct datele de reprezentare grafică ori cartografică de pe aerofotogramă, prin cartare nemijlocită, sau transpunînd pe o bază topografică la o scară diferită ori identică cu a aerofotogramei elementele dorite. Transpunerea constă din descifrarea și identificarea pe aerofotogramă a diferitelor părți și componente ale peisajului geografic și reprezentarea convențională a acestora pe secțiuni (profile geografice, baze topografice de lucru etc.). Se apreciază vizual elementele dimensionale ale obiectelor, formelor, proceselor geografice etc., urmărindu-se conturul acestora, transferîndu-se element cu element aceste date de pe aerofotograme pe desenul care se întocmește (profil, schiță, hartă, blocdiagramă).

Metoda vizelor se aplică în situațiile cînd bazele de lucru pe care se efectuează cartografierea au o scară diferită, în comparație cu aceea a materialelor aerofotogrammetrice. Folosind principiul triunghiurilor asemenea, transpunerea datelor de pe aerofotograme pe hărți se soldează cu rezultate bune, în mod deosebit pentru teritoriile în care reliefu! prezintă un grad de accidentare relativ redus. Raportarea elementelor de pe aerofotograme se face cu un compas reductor și o riglă scărar. Se aleg cîteva repere comune de orientare, care să existe pe aerofotograme, și baza topografică a viitoarei hărți. Pentru identificarea diferitelor puncte se măsoară în prealabil două azimuturi sau o distanță și un azimut. Se unesc pe aerofotogramă punctele cunoscute cu punctul care trebuie identificat pe baza topografică de lucru, apoi aceleași linii se trasează și pe hartă după azimut. La intersecția liniilor se va afla punctul căutat.

Metoda rețelelor de referință se bazează pe folosirea cîtorva puncte comune pe aerofotograme și pe bazele topografice cu ajutorul cărora se realizează cartarea. Punctele folosite ca repere comune trebuie să fie cît mai caracteristice și vizibile (cote altimetrice, puncte de izvoare, confluențe de rîuri, intersecții de drumuri, puncte caracteristice din cadrul localităților etc.). Utilizînd compasul reductor și o riglă, se măsoară pe aerofotograme distanțele dintre diferite obiecte, forme, detalii, încadrate în rețeaua de referință, care se transpun pe baza de lucru a viitoarei hărți geografice. Se cartează elemente și componente ale reliefului, hidrografiei, vegetației, căilor de comunicație, așezărilor etc. Metoda rețelelor de referință este deosebit de eficientă în situația cînd scările aerofotogramelor și bazelor geografice pentru cartare sînt identice sau foarte puțin diferențiate (fig. 61).

Metoda rețelei caroiajelor kilometrice folosșete caroiajul rectangular de coordonate matematice. Pentru realizarea cartografierii se trasează sistemul rețelei kilometrice, atît pe aerofotograme, cît și pe baza cartografică de lucru. Transpunerea datelor de pe aerofotograme pe hartă se face în condiții similare cu cele aplicate la metoda rețelelor de referință.

Metoda intersecției se caracterizează prin două modalități al căror rol este acela de a se completa reciproc în vederea realizării desenului grafic

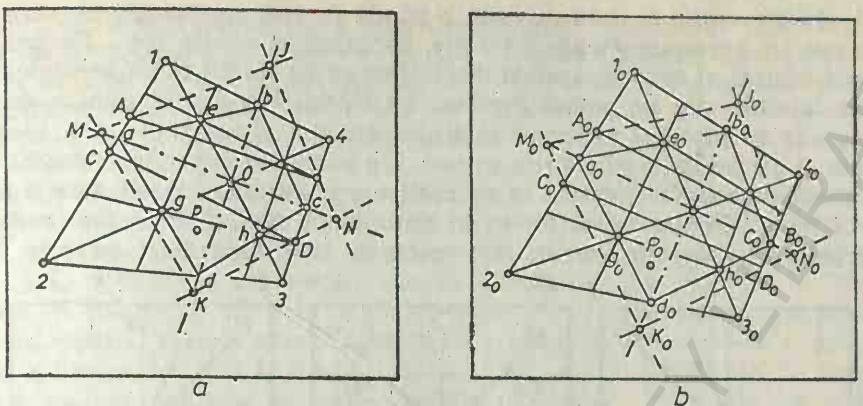


Fig. 61. Metoda rețelelor de referință (proiective) utilizată pentru cartografierea datelor extrase de pe aerofotograme:

a — *construcția rețelelor proiective pe aerofotogramă;* b — *transpunerea rețelei proiective pe viitoarea hartă (plan).*

și cartografic. În acest scop se folosește un cuplu stereoscopic de aerofotograme. *Procedeul intersecției înapoi* presupune transcrierea pe hîrtie de calc, pentru fiecare din cele două aerofotograme, direcția ce trece printr-un punct, care urmează să fie reprezentat pe viitorul plan sau hartă geografică. Se obțin astfel, pe baza cartografică de lucru, două puncte corespunzătoare fiecărui punct preluat și transpus de pe aerofotograme. Rezultă, de asemenea, și două raze pentru fiecare punct. La intersecția acestor raze se va obține pe planul cartografic, poziția corespunzătoare a fiecărui punct transcris de pe aerofotograme (fig. 62). *Pro-*

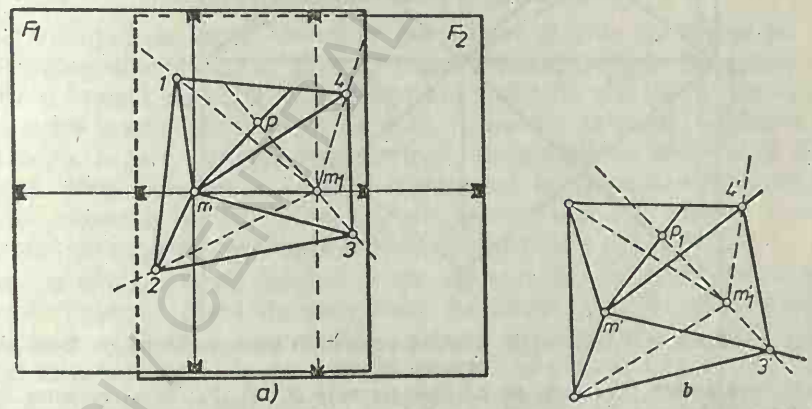


Fig. 62. Metoda intersecției înapoi folosită pentru cartografierea datelor extrase de pe aerofotograme:

a — *aerofotogramele conjugate* (F_1 *și* F_2); b — *planul hărții;* P — *punctul de pe aerofotogramă care se restituie pe hartă;* P_1 — *punctul care a fost restituit pe hartă, prin transpunere de pe aerofotogramă;* 1 *și* 2; 3 *și* 4 — *perechi de puncte de pe aerofotogramă;* 1′ *și* 2′; 3′ *și* 4′ — *cele două perechi de puncte restituite de pe aerofotogramă pe hartă;* m *și* m_1 — *punctele centrale ale aerofotogramelor;* m′ *și* m'_1 — *punctele centrale de pe aerofotograme transmise pe hartă.*

cedeul intersecției înainte necesită o bandă de trei aerofotograme care au o acoperire corespunzătoare între ele, depășind în medie 55%. Pentru un punct central al aerofotogramei din mijloc se va stabili și pe aerofotogramele laterale cîte un punct median. La rîndul lor, aceste puncte de pe imaginile aerofotogrammetrice laterale (dreapta și stînga) vor fi identificate și pe aerofotograma din mijloc. Un astfel de procedeu permite ca pe aerofotogramele nadirale să se realizeze o bază de intersectare a oricărui punct. Pentru acest lucru, în apropierea centrului fiecărei aerofotograme, se alege un punct, care poate fi bine identificat pe cele trei

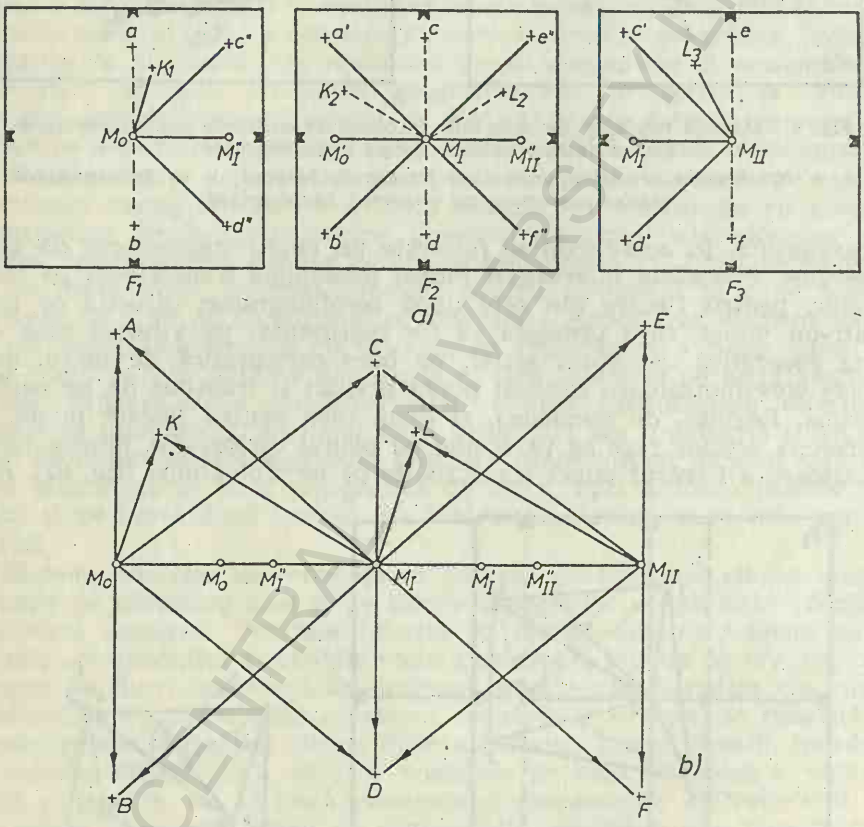


Fig. 63. Procedeul intersecției înainte aplicat în cartografierea pe bază de aerofotograme:

a — *construcții efectuate pe aerofotogramele* F_1, F_2, F_3; b — *rețeaua de intersecții înainte;* M_0, M_I, M_{II} — *punctele centrale ale celor trei aerofotograme;* M'_0, M''_I, M'_I, M''_{II}, — *punctele centrale transpuse reciproc pe aerofotogramele alăturate, din stînga și din dreapta și, respectiv, pe hartă;* a, b, c, d, e, f, a′, b′, c′, d′, e′, f′ — *puncte de legătură alese pe direcția centrelor aerofotogramelor;* K_1, K_2, L_2, L_3 — *puncte de reper alese și transpuse reciproc pe aerofotograme;* A, B, C, D, E, F — *punctele de legătură alese pe direcția centrelor aerofotogramelor și transpuse pe harta (planul) de lucru cu rețeaua de drumuire fotogrammetrică;* K, L — *punctele de reper transpuse pe hartă.*

BCU Cluj / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

imagini aerofotogrammetrice și care îndeplinește calitatea de punct principal al aerofotogramei. Punctul central al aerofotogramei din mijloc se trece, în mod corespunzător poziției sale, și pe aerofotogramele vecine. Pe fiecare aerofotogramă se va uni centrul acesteia cu punctele centrale transpuse de pe aerofotogramele vecine și cu punctele care urmează să fie transferate pe planul de cartare. Se copiază construcția grafică obținută, folosindu-se în acest scop o folie de material plastic transparent sau hîrtie de calc. Suprapunînd schițele grafice de pe materialul transparent, care au fost întocmite pentru aerofotograma din stînga și aceea centrală, rezultă, la intersecția razelor corespondente, poziția în plan (hartă) a punctelor alese la scara de lucru. Se poate asambla și schița grafică pentru a treia aerofotogramă, din dreapta, operîndu-se o deplasare a imaginilor una în lungul alteia, pînă se obțin pozițiile de intersecție pentru punctele de reper stabilite anterior. Procedeul se poate continua și cu alte imagini aerofotogrammetrice, realizîndu-se astfel o *drumuire fotogrammetrică* (fig. 63).

III.5.2. Transpunerea cu instrumente și aparate

Instrumentele și, în mod deosebit, aparatele asigură un grad de precizie și operativitate mai mare, în comparație cu metodele de transpunere grafică manuală. Chiar și în cazul procedeelor instrumentale există cerința aplicării unor corecții asupra materialului cartografic elaborat, atunci cînd se impun exigențe speciale.

III.5.2.1. Transpunerea cu instrumente

Stereoscopul de masă binocular permite realizarea cartărilor pe bază de aerofotograme în mod direct, suprapunînd pe aerofotograma din dreapta o bucată de material transparent (folie de plastic, hîrtie de calc cu un mare coeficient de transparență, la nevoie celofan). Obținînd stereomodelul, se pot extrage, după dorință, elementele de conținut și formă ale unei hărți geografice, care se elaborează la scara aerofotogramelor. Dacă se atașează la stereoscop un microscop binocular, atunci cartarea benficiază de un grad mai mare de detalii și precizie.

Pentru transpunerea datelor de pe stereomodel pe hartă se folosește *stereomicrometrul* (bara de paralaxă). Se amplasează bara de paralaxă peste aerofotograme, manevrîndu-se șurubul micrometric și șurubul de la capătul stîng al stereomicrometrului pînă se obține suprapunerea indicilor de pe plăcuțele transparente, rezultînd o marcă unică. Pentru cartare, se urmăresc cu ajutorul mărcii, contururile obiectivelor de pe stereomodel, iar pe foaia de hîrtie, fixată între cele două aerofotograme, vîrful de creion, montat într-un dispozitiv pe centrul barei de paralaxă, înscriind desenul respectiv (fig. 64).

Camera clară, ca de exemplu aceea de fabricație Carl Zeiss — Jena (R.D.G.), este un instrument care realizează proiectarea unei imagini aerofotogrammetrice pe planșeta de lucru, unde se elaborează harta geo-

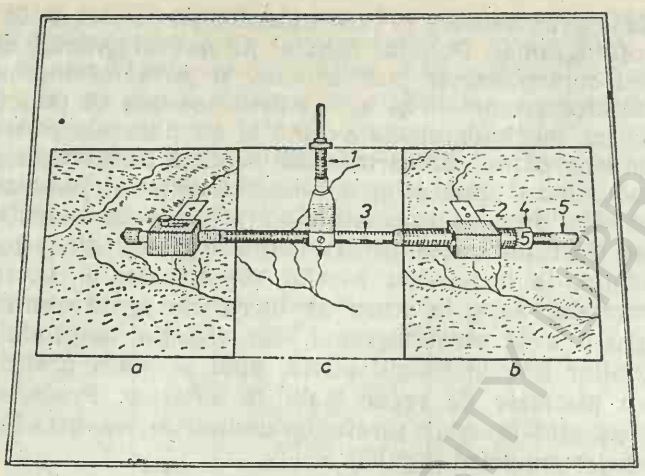


Fig. 64. Cartare de pe aerofotograme cu ajutorul stereomicrometrului. Imagine văzută sub stereoscop:
a *şi* b — *aerofotograme;* c — *foaia de hîrtie pe care se execută cartarea;* 1 — *dispozitivul de montare a creionului;* 2 — *plăcuţe transparente pe care se află imprimate mărcile;* 3 — *scala cu diviziuni în milimetri;* 4 — *tambur-rozetă pentru subdiviziuni de milimetru;* 5 — *şurub micrometric.*

grafică, permiţînd o cartare la scară fotogrammetrică sau la alte scări (fig. 65). Pentru cartare se efectuează o serie de operaţii:

— pe clişeu sau aerofotogramă se marchează cel puţin 4—5 puncte distincte, care se localizează şi pe hîrtia de pe planşetă, unde se va elabora harta;

— se măsoară cîteva distanţe dintre punctele reper amplasate anterior pe imaginea aerofotogrammetrică şi omoloagele acestora de pe hartă, calculîndu-se raportul dintre cele două categorii de distanţe, cu scopul

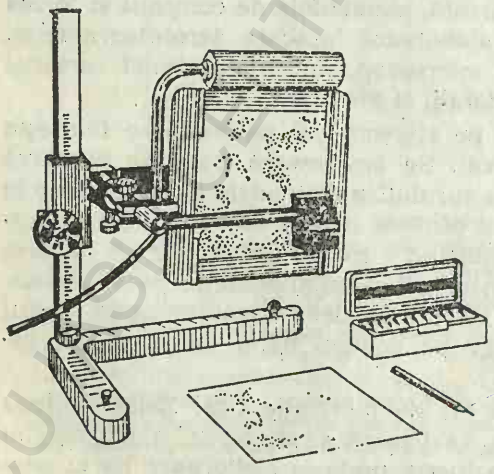


Fig. 65. Camera clară folosită pentru cartarea pe bază de aerofotograme.

de a se asigura, în imaginea pe care o dă instrumentul, suprapunerea punctelor de pe aerofotograme cu cele de pe hartă;

— se operează astfel cu următorii indici: $v = \frac{d_r}{d_f}$, în care: v este raportul între distanța pe hartă și distanța pe aerofotogramă; d_h — distanța pe hartă, d_f — distanța pe aerofotogramă; d — distanța dintre sistemul optic și aerofotogramă; d' — distanța dintre sistemul optic de vizare și hartă;

— tija orizontală de susținere a portclișeului sau aerofotogramei se fixează pe tija gradată verticală la valoarea corespunzătoare pentru d', iar sistemul optic de vizare la gradația de pe tija orizontală care corespunde valorii lui d;

— în montura sistemului de vizare se așază lentila pentru corecție ce corespunde valorii lui v;

— se așază stativul cu portfotogramă (portclișeul) în așa fel ca să rezulte o suprapunere a punctelor de pe hartă cu cele de pe aerofotogramă;

— pentru eliminarea diferențelor de intensitate a luminii și nuanțelor dintre aerofotogramă și planșa pe care se elaborează harta, în montura sistemului de vizare se introduc filtre de absorbție corespunzătoare cerințelor;

— se începe cartarea, punct cu punct, detaliu cu detaliu, executînd desenul manual cu creion, tuș, creioane colorate etc.

III.5.2.2. Transpunerea cu aparate

Reprezentările cartografice pe baza aerofotogramelor efectuate cu aparate au înregistrat în ultimele două decenii realizări importante, gradul de perfecționare și mecanizare al acestora intrînd într-o fază activă de automatizare.

Aparatele simple funcționează atît în regim monocular, cît și binocular, realizîndu-se în primul caz transpunere plană, iar în al doilea transpunerea stereoscopică. La unele dintre aparate, transpunerea se face manual pe hartă, iar la altele mecanic, semiautomat și automat. De exemplu, la *stereoscopul pantograf* SP-2, de fabricație U.R.S.S., datele se transcriu manual pe fotoplanuri și hărți cu scări de proporție mai mici decît cele ale aerofotogramelor care se interpretează. *Autograful Wild A 7* este un aparat universal, construit pe principiul proiecției mecanice, utilizîndu-se în principal pentru elaborarea hărților și planurilor la scări de un foarte mare detaliu (1 : 500—1 : 2 500). *Stereometrograful*, construit de uzinele Carl Zeiss — Jena, se bazează pe principiul proiecției mecanice, realizînd restituția cartografică și numerică după aerofotogramele cu format pînă la 23×23 cm.

Aparatele complexe, cu sisteme optice și mecanice perfecționate, funcționează în principal pe bază de automatizare, fapt pentru care ele sînt în măsură să realizeze, pe lîngă un volum mare de operații, o transpunere perfectă și rapidă. Datorită existenței lor, în dotarea serviciilor tehnice și cu profil de cercetare productivă, s-a deschis un cîmp larg de activitate *automatizării aerofotointerpretării și transpunerii rezultatelor pe hărți.*

III.5.3. Automatizarea aerofotointerpretării și transpunerii rezultatelor pe hartă

În domeniul cunoașterii și cercetării geografice, una dintre operațiile deosebit de importante pentru finalizarea aerofotointerpretării o constituie elaborarea cartărilor, ca rezultat direct al analizei și măsurătorilor pe imaginile fotogrammetrice (filme și fotografii) (v. pl. XLVII). Volumul mare de informații și date, extras de pe materialele aerofotogrammetrice, împreună cu cerințele impuse de gradul ridicat de operativitate au condus la practicarea, pe o scară tot mai largă, a procesului de automatizare al aerofotointerpretării și cartării pe bază de materiale aerofotogrammetrice. În asemenea condiții, transpunerea se realizează automat de pe stereomodele de pe hărți (V. pl. XLVIII).

Proiectorul multiplex (fig. 66) este un aparat de precizie de ordinul II, la baza căruia se află principiul proiecției optice. În alcătuirea lui intră mai multe camere de proiecție, în care se introduc diapozitive, micșorate de pe negativele originale, la dimensiuni de 4,5x6 cm. Imaginile se proiectează prin filtre verzi și roșii pe o masă cu placă de sticlă. Se poate obține stereomodelul pentru o bandă întreagă de aerofotograme. Deoarece procedeul de realizare a stereomodelului este cel cu anaglife, perceperea lui se face cu ochelari care au culori complementare (roșu și verde), imaginea stereomodelului rezultînd în nuanță de cenușiu. Aparatul permite trasarea elementelor de planimetrie și nivelment și măsurarea diferențelor de altitudine, utilizîndu-se o marcă care apare ca un punct luminos, proiectat pe o măsuță mobilă, cu înălțimea reglabilă.

Stereopantometrul (fig. 67) constituie un tip perfecționat al stereoscopului cu oglinzi și stereomicrometru, la care aceste două părți principale sînt legate între ele și montate solidar pe un cărucior care se deplasează pe un dispozitiv cu role. Sistemul automat se poate deplasa în lungul axului stereomicrometrului, respectiv a bazei de aerofotografiere

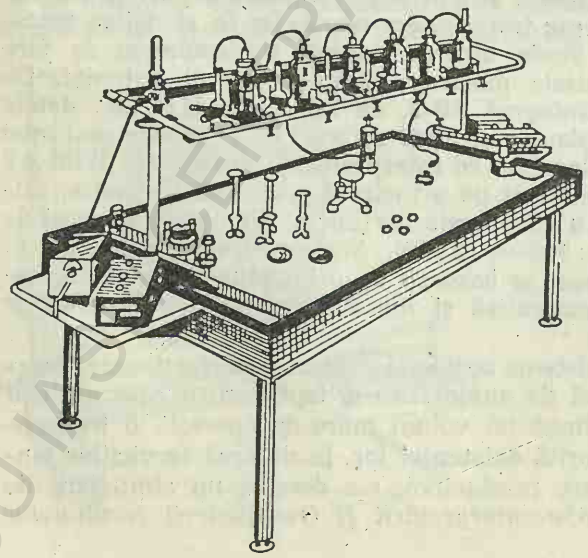


Fig. 66. Proiectorul multiplex folosit pentru cartare.

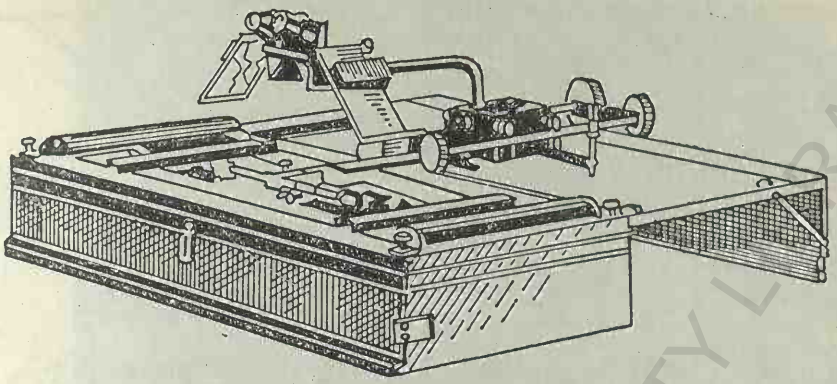


Fig. 67. Stereopantometrul Carl Zeiss-Jena.

și perpendicular pe aceasta, asigurînd observarea ușoară a imaginilor aerofotogrammetrice. Pentru a se forma modelul stereoscopic se marchează pe aerofotograme *punctul central propriu* și *punctul central al aerofotogramei conjugate* (pereche), determinînd astfel pe fiecare dintre ele direcția bazei de fotografiere. Aerofotogramele se fixează pe geamul mat al cutiei aparatului, avînd grijă ca baza de aerofotografiere să fie paralelă cu baza oculară a stereoscopului. Pentru transpunerea elementelor de planimetrie și nivelment, aparatul are în dotare un dispozitiv pentru desen cartografic, fixat de cărucior și care urmărește deplasările mărcii de măsurare în cîmpul modelului stereoscopic. Cartarea planimetriei se face menținînd marca de măsurare pe suprafața modelului stereoscopic, prin manevrarea corespunzătoare a dispozitivului paralaxei orizontale. Reprezentarea nivelmentului se realizează calculînd valoarea paralaxei orizontale, care corespunde fiecărei curbe de nivel, folosind relația: $\Delta x = \frac{h \cdot b}{H}$, în care: Δx reprezintă diferența altimetrică calculată prin paralaxe; b — baza de aerofotografiere; h — echidistanța curbelor de nivel; H — înălțimea de zbor. Rezultatul obținut prin acest calcul, adică Δx se fixează prin valoarea sa la stereomicrometru.

Pentru exploatarea stereoscopică a aerofotogramelor și pentru reprezentările cartografice efectuate pe baza acestora au fost construite, în ultimul timp, aparate cu un înalt și complex grad de automatizare, cu ajutorul cărora se reconstituie imaginea terenului micșorat la scară, se efectuează observații, măsurători și se înregistrează observațiile.

Aparatele automate de restituție stereoscopică rezolvă complet, pe cale electronică, problema exploatării aerofotogramelor, fără intervenția omului. Exploatarea se face pe bază de raze catodice modulate corespunzător densităților înnegririlor de pe imagini și cu sisteme de corelare care permit identificarea punctelor omoloage, transmițînd comenzi pentru aducerea în coincidență a acestor puncte cu mărcile de măsurare. Operatorul intervine la introducerea datelor inițiale în aparat și la verificarea operațiilor efectuate la nivelul perceperii vederii cu ochii. Cu tot gradul

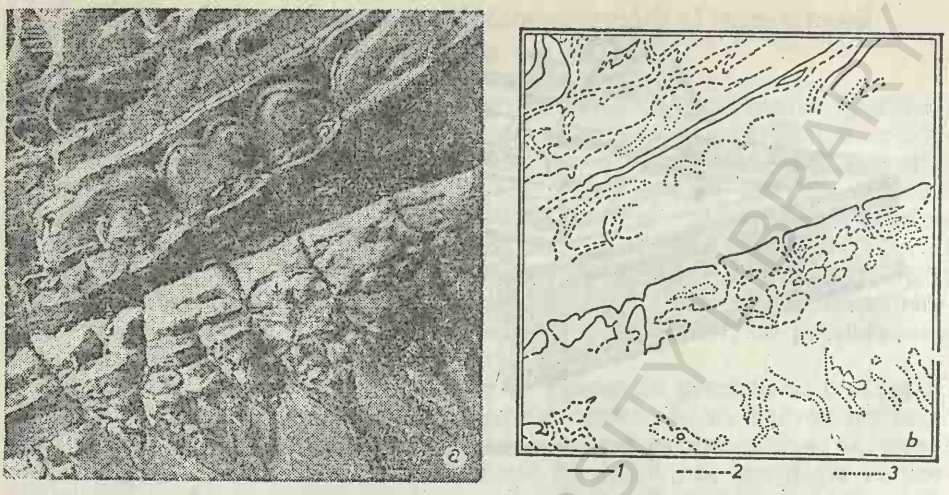


Fig. 68. Transpunerea pe hartă a informațiilor de pe aerofotograme, prin metoda vizuală sau a contururilor:
a — *aerofotograma;* b — *harta pe care se trasează contururile;* 1 — *contururi intense;* 2 — *contururi slabe;* 3 — *contururi șterse.*

avansat de perfecționare, aparatele automate mai prezintă unele deficiențe, așa cum sînt nesiguranța în procesul de exploatare, capacitatea redusă de identificare, unele decizii eronate etc. În categoria aparatelor automate se încadrează *stereomatele,* concepute cu dispozitive automate, electronice, permițînd măsurarea automată a înălțimilor pentru obiecte, forme, elemente etc., identificate pe modelul stereoscopic, întocmirea profilelor cu ajutorul sistemelor de exploatare. Aparatele au posibilitatea înregistrării magnetice a datelor numerice privind măsurarea modelului stereoscopic. Camerele de proiecție au posibilitatea de valorificare, pentru fotointerpretarea și cartarea aerofotogramelor cu formatul pînă la

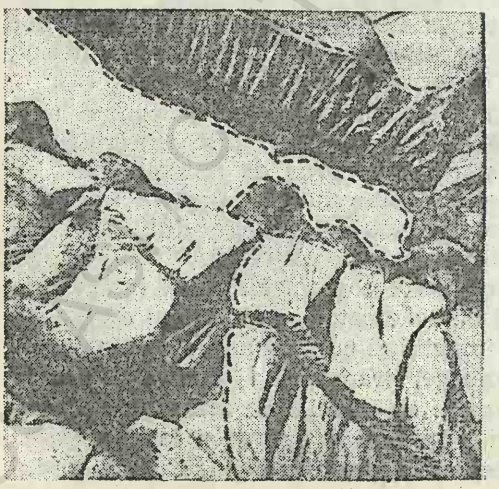


Fig. 69. Delimitarea suprafeței utile pe o aerofotogramă.

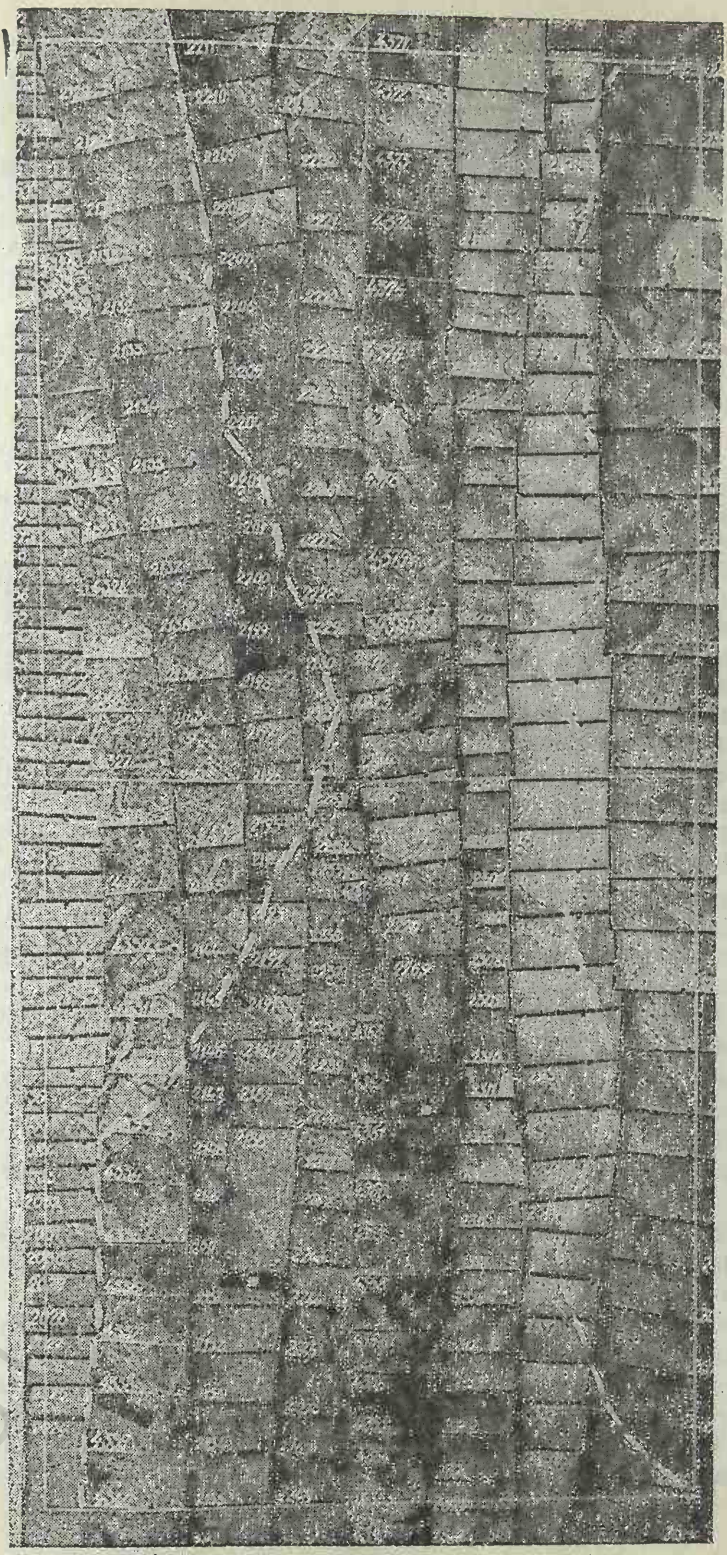


Fig. 70. Delimitarea suprafeței utile pe un fotomozaic.

23×23 cm. *Aparatele analitice de restituție stereoscopică AP și AS*, de fabricație italiană, au în alcătuire un stereocomparator, un calculator electronic și un coordonatograf, aerofotogramele avînd calculate electronic poziția punctelor-imagine, realizîndu-se o proiecție centrală ideală. Modelele mai perfecționate sînt prevăzute și cu sistem de analiză-observare a aerofotogramelor pentru transformarea informațiilor de densitate ale imaginii în informații electrice. Alegerea procedeului de exploatare depinde de caracteristicile terenului și ale imaginii aerofotogramelor.

III.6. FINALIZAREA AEROFOTOINTERPRETĂRII

III.6.1. Controlul în teren

Analiza aerofotogrammetrică a suprafeței terestre, după cum am văzut, este o metodă de *observație indirectă*, cu un pronunțat *caracter deductiv*. Informațiile latente cuprinse în imagini sînt descifrate, obiectele și fenomenele depistate fiind studiate cîteodată prin analogie. Indicii calitativi și cantitativi, referitori la existența și manifestarea temporo-spațială a geofactorilor, se pun în evidență în condiții de lucru și cu mijloace care ne asigură alcătuirea modelului despre locul sau regiunea pe care o cercetăm. Bazate pe principii filozofice și logice adecvate de cercetare (cauzalitate, intercondiționare reciprocă, analize și interpretări prospective — de prognoză — paleogeografice etc.), pe pregătirea multilaterală a fotointerpretatorului geograf, pe colaborarea interdisciplinară a specialiștilor, în aerofotointerpretarea geografică se pot obține rezultate deosebite, utile în geografia generală fundamentală sau aplicată.

Cu toate acestea, deși aerofotogramele prezintă doar situații momentane privind regiunea geografică cercetată, rezultatele obținute trebuie să fie supuse unei verificări riguroase, unei confruntări în teren, nu numai sub aspectul asigurării autenticității datelor pe care vrem să le prelucrăm și să le utilizăm, ci și sub aspectul gradului de actualitate a datelor de aerofotointerpretare.

Controlul în teren, în funcție de tematica urmărită, se poate face *în etape*, simultan cu aerofotointerpretarea tematică, sau sub *formă de expediție finală*, înaintea închiderii lucrărilor.

Primul caz se aplică atunci cînd sînt luate în analiză procese sau fenomene cu desfășurare în timp relativ scurt și cu ritm rapid (procese actuale de modelare a suprafeței de versant, activitate vulcanică, procese hidraulice și hidrodinamice la creșteri de nivel în rîuri, etape fenologice înregistrate în creșterea plantelor de cultură etc.).

În cel de al doilea, în expediția finală, confruntarea, verificarea este complexă și de aceea la această acțiune trebuie să participe specialiștii diferitelor ramuri ale geografiei; ulterior, printr-o analiză riguroasă, trebuie să se cadă de acord cu datele de aerofotointerpretare corespunzătoare, completate sau modificate pe baza unor rezultate de măsurări și determinări faptice directe, la obiect.

Nivelul de aplicare a controlului poate fi global, regional sau tematic, structural sau elementar, așa cum s-a procedat la aerofotointerpretare. Se controlează toate datele, prin sondaj sau verificări locale (modul cum a fost identificat obiectul sau fenomenul cercetat, calitatea concluziilor trase pe baza datelor și indicilor calitative și cantitative descifrate), verificarea exactității măsurării și a metodei aplicate la măsurare.

III.6.2. Redactarea protocolului de aerofotointerpretare

Datele obținute în cursul aerofotointerpretării, prelucrate mintal sau electronic, vor fi operate mai departe sub diferite forme de reprezentare.

Reprezentarea cartografică, în funcție de tematica urmărită, poate fi generală sau selectivă. În funcție de aceasta variază și scara hărții. Se pot utiliza cartograme și cartodiagrame, tabele și grafice. În afară de reprezentarea simplă, în plan, se pot utiliza și forme de reprezentare verticală: profile, bloc-diagrame, bloc-reliefuri și anaglife.

La reprezentările cartografice trebuie să fie respectate criteriile generale ale cartografierii, adică, datele reprezentate ca bază ale unei analize elementare, structurale, numerice și sintetice vor servi drept bază de tipizare și clasificare științifică. Aceasta, la rîndul său, reprezintă baza legendei hărții. Harta sau schița de fotointerpretare înregistrează fidel datele redate spațial-pozițional. Cartograma, în afara expunerii spațiale a datelor, conține și valori cifrice. Aceste ultime forme de reprezentare au fost denumite de IMHOF, „hărți statistice".

În majoritatea cazurilor, transferul de pe imaginile fotoaeriene pe reprezentări cartografice se efectuează după metodologia convențională grafică și cartografică (izolinii, fond calitativ, semne).

În afara metodelor de reprezentare grafică sau cartografică, putem aplica și metoda cartelelor perforate (Runch-Card), în care se introduc datele valorice cifrice referitoare la aceste teme.

Formele de exprimare a datelor explicative sînt variate, fiind alese și întrebuințate cele care ajută mai mult în înțelegerea mai ușoară a conținutului. Sînt cazuri în care este de ajuns și o legendă detaliată a unei oarecari forme de reprezentare cartografică.

Descrierea, sub formă de text, a rezultatelor este un mod de informare indirectă asupra datelor cuprinse în aerofotogramă și transferate pe diferite forme de reprezentare (cartografică, grafică, cifrică în tabele etc.). Textul trebuie să fie în concordanță perfectă cu conținutul reprezentărilor cartografice sau grafice. Materialul textual al protocolului se diferențiază, deci, în funcție de caracteristicile tematice ale fotointerpretării.

Sînt aplicate, de asemenea și forme speciale de reprezentare a textului protocolului, din care amintim înregistrările pe banda de magnetofon. În afară de acestea, în ultimul timp, metodele cartografice și descriptive sînt adesea substituite cu metoda de reprezentare digitală. La această formă de reprezentare se au în vedere cele patru forme de cule-

gere a datelor: calitativ obiectiv, calitativ subiectiv, cantitativ obiectiv şi cantitativ subiectiv.

Dintr-o statistică a Societății Internaționale de Fotointerpretare reiese că în prezent se mai întrebuințează cu precădere reprezentările grafice-cartografice descriptive și doar o proporție de 15—20% din toate prelucrările de specialitate se referă la reprezentările digitale.

Tendința în viitor a metodelor de interpretare este orientată spre obiectivizare, automatizare parțială sau completă.

Oricare ar fi însă forma de reprezentare, un criteriu de bază trebuie să fie respectat în mod riguros și anume *să existe legături directe între felul de reprezentare-explicare și caracteristicile de conținut ale aerofotogramelor și a celor de culegere a datelor de informație.*

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Bibliografie

Al'ter S. P. (1966), *Landsaftnyj metod desifrirovanija aerofotosnimkov*, Nauka, Moskva-Leningrad.

Anculete Gh. (1968), *Dezvoltarea fotogrammetriei în România*, Rev. de geodezie și organizarea teritoriului, nr. 4, București.

— (1972), *Contribuția fotogrammetriei la studiile de sistematizare și modernizare a localităților*, Terra, nr. 5, București.

Avery T. E. (1968), *Interpretation of Aerial Photographs*, 2-nd ed., Burgess Publ. Comp., Minneapolis.

Azbukina E. N. (1969), *Desifrirovanie aerofotosnimkov dlja geomorfologiceskih issledovanij*, Izd. Leningr. Univ., Leningrad.

Barrett E. C. (1972), *Geography from space: modern readings in physical geography*, Pergamon Press, Oxford.

— (1974), *Climatology from Satellites*, Methuen, London.

Barry G., Sully B. (1969), *Aerial photo-interpretation*, Agincourt, Ontario.

Bourger A. (1967), *La photo-interpretation urbaine*, Actes du II-e Symposium International de Photo Interprétation, Paris, (1966).

Boș M. (1971), *Fotointerpretarea compoziției arboretelor*, Buletin de fotogrammetrie, volum special, II, nr. 4, an VI, 1971.

Bürger A. (1967), *Photographies aériènnes et aménagement du territoire. L'interpretation des photographies aériènnes appliquée aux études d'urbanisme et d'aménagement du territoire*, Dunod, Paris.

Capek R. (1978), *Dálkový průzkum a fotointerpretáce z hlediska geografia*, I, II, Státni Pedagogické Nauke, Praha.

Carré J. (1971), *Lecture et exploitation des photographies aériènnes*, vol. I—II, Eyrolles, Paris.

Cazabat Ch. (1969), *L'interprétation des photographies aériènnes*, Bull. d'inform. de l'I.G.N., nr. 8, St. Mandé.

Chevalier R. (1971), *Photographie aérienne*, Armand Collin, Paris.

Cholley A. (1956), *Atlas des formes du relief*, Paris.

Daels L. (1971), *Aerial-Photo-Interpretation. Some theoretical considerations regarding practical exercices, Rijksuniversiteit*, Gent.

David D. J., Deries J., Verger F. (1974), *Cartographie automatique des marais et wadden à partir des données multispectrales d'ERTS 1*, Mémoires du lab. de géomorph. de l'école des hautes études, Dinard.

De Breuck W. (1967), *Aerial photographs, Rijksuniversiteit*, Gent.

Donisă I. (1975), *Utilizarea aerofotogramelor în cartarea geomorfologică*. Lucrările colocviului național de geomorfologie aplicată și cartografiere geomorfologică, Iași.

BCU CLUJ UNIVERSITY LIBRARY

Donisă I., Tövissi I. (1979), *Aerofotointerpretare geografică*, 1, Centrul de multiplicare, Univ. „Al. I. Cuza", Iași.
Dossié J. (1977), *Manuel d'archaeologie aériènnes*, Technip, Paris.
Douglas W. S. (1973), *Terrain Analysis. A. Guide to Site Selection Using Aerial Photographic Interpretation*. Hutchinson and Ross, Stroudsburg Pennsylvania.
Drăghindă I. (1966), *Aerofotografia în cercetări geologice*, Ed. Tehnică, București.
Dubuisson B. (1967), *L'enseignement de la photo-interprétation urbaine*, Actes du II-e Symposium International de Photo Interprétation, Paris (1966).
Girard, M. (1972), *Pédologie et photographies aériènnes*, Agriculture, Paris.
Girard C., Girard M. (1975), *Applications de la télédetection à l'étude de la biosphère*, Masson et C-ie, Paris.
Gîștescu P. (1979), *Evoluția țărmului Mării Negre între brațul Sfîntu Gheorghe și grindul Perișor*, Studii și cercetări de geol. geofiz. geogr., Geografie, Tom. XXVI, București.
Gonta C. (1927), *Studiul și exploatarea fotografiilor aeriene*, București.
Grigore M. (1972), *Cartografie geomorfologică*, Centrul de multiplicare, Universitatea din București.
— (1979), *Reprezentarea grafică a formelor de relief*, Ed. Acad. R.S.R., București.
Grigoriev Al. A. (1975), *Kosmiceskaja indikacija landsaftov Zemli*, Izd. Leningr. Univ., Leningrad.
Grumăzescu H., Stăncescu C. (1963), *Folosirea fotografiilor aeriene în studiul fizico-geografic al Deltei Dunării*, Probleme de Geografie, vol. X, București.
Hurault Gl. L. (1960), *L'examen stéréoscopique des photographies aériènnes*, vol. I—II, I.G.N., Paris.
Iacobescu Gh. (1932), *Citirea și interpretarea fotografiilor aeriene. Album fotografic cu text anexă relativ la utilizarea tehnică a fotografiilor aeriene pentru uzul tuturor armelor*, Editura școlilor militare ale aeronauticii, București.
Izard M. (1959), *Indications pratiques pour l'utilization des photographies aériènnes dans l'enseignement*, Bull. Service Carte Phytogéographique, Série A, t. IV, fasc. I.
Kiss A. (1974), *Posibilitatea îmbunătățirii sistemului informațional actual în sectorul forestier cu ajutorul fotografiilor aeriene*, Bul. de fotogrammetrie, nr. 1, București.
Knisnikova Yu. F. (1976), *Mnogozonalnaja aerokosmiceskaja semka i eo izpolzovanie pri izucenii prirodnyh resursov*, Izd. Mosk. Univ., Moskva.
Kudrickij D. (1956), *Osnovy gidrograficeskogo desifrirovanija aerofotosnimok*, Leningrad.
Lueder D. R. (1959), *Aerial Photographic Interpretation. Principles and Applications*, Mc Grow Hill Book Company, London.
Marton G., Zegheru N. (1972), *Fotogrammetria*, Ed. Ceres, București.
Martonne Emm. (1948), *Géographie aérienne*, Albin Michel, Paris.
Nicolau-Bîrlad Gh. (1940), *Curs de fotogrammetrie și fotografie aeriană*, vol. I—II, București.
Mike Zs. (1976), *Légifénykép-interpretálás és a természeti erőforrások feltárása*, Akadémiai Kiadó, Budapest.

Nefedov K. E., Popova A. T. (1969), *Désifrirovanie gruntovyh vod po aerofotosnimkam,* Gidrometeoizdat, Leningrad.

Oprescu N. (1953, 1961), *Fotogrammetrie,* vol. 2, Ed. didactică şi pedagogică, Bucureşti.

— (1957), *Asupra preciziei descifrării şi interpretării fotografice,* Bul. topografic, nr. 4, Bucureşti.

Popescu N. G., Budîlov P. V. (1962), *Bazele descifrării fotografiilor aeriene,* Ed. Militară, Bucureşti.

Popov I. V. (1960), *Aerofotosiemka i izucenie vod susi,* Gidrometeoizdat, Leningrad.

Popovici C., Stănilă G., Ţifrea E., Zăgănescu F. (1977), *Dicţionar de astronomie şi astronautică,* Editura ştiinţifică şi enciclopedică, Bucureşti.

Pouquet J. (1971), *Les sciences de la Terre a l'heure des satellites (Télédetection),* P.U.F., Paris.

Rey P. (1964), *Photographie aérienne et végétation. Exploration aérienne et études intégrées,* Actes de la Conférence de Toulouse, UNESCO, VI.

Ruellan Fr. (1967), *Photogrammetrie et interprétation de photographies stéréoscopiques terrestres et aériennes,* Masson et C-ie, Paris.

Rusu A. (1978), *Fotogrammetrie forestieră.* Editura Ceres, Bucureşti.

Rusu A., Boş N. (1971), *Încercări de evaluare pe cale fotogrammetrică a volumului arboretelor,* Bul. de fotogrammetrie, nr. special, II, Bucureşti.

Rusu A., Boş N., Kiss A. (1970), *Cercetări privind aspecte ale fotointerpretării forestiere,* Bul. Inst. Politehnic Braşov, Seria B, Economia forestieră, vol. XII, Braşov.

Săndulache Al., Sficlea V. (19), *Topografie şi cartografie,* Ed. didactică şi pedagogică, Bucureşti.

Sarkov V. (1975), *Aerofotointerpretarea fundului mării,* Nauka i zyzni, nr. 6, Moskva.

Schmiedt G. (1964), *Atlante Aerofotografico delle sedi umane in Italia,* I.G.M., Florence.

Schneider S. (1974), *Luftbild und Luftbildinterpretation,* Lehrbuch der Allgemeinge Geographie, XI, Walter de Gruyter, Berlin-New York

Smirnov L. E. (1975), *Aerokosmiceskie metody geograficeskih issledovanij,* Izd. Leningradskogo Universiteta, Leningrad.

Smith J. T. Jr. (1968), *Manual of Color Aerial photography,* American Society of photogrammetry, Washington.

Stoica R. (1972), *Utilizarea fotografiei aeriene pentru studierea fenomenelor de eroziune a solului,* Bul. de fotogrammetrie, nr. special pentru Congresul al XI-lea al Societăţii internaţionale de fotogrammetrie, Bucureşti.

Stoica R. (1972), *Unele probleme de ergonomie referitoare la activitatea de exploatare fotogrammetrică,* Bul. de fotogrammetrie, 4 : 7, Bucureşti.

Teaci D., Ionescu I. (1973), *Urmărirea şi studiul fenomenelor care se desfăşoară pe teritoriu în timp relativ scurt, cu ajutorul teledetecţiei satelitare,* Bul. de fotogrammetrie, nr. 2, Bucureşti.

Tövissi, I. (1975), *Exploatarea geografică a unor aerofotograme din regiunea Carpaţilor Orientali,* Studia Univ. Babeş-Bolyai, Ser. Geogr., Cluj-Napoca.

— 1978), *Studii şi observaţii asupra Terrei cu ajutorul teledetecţiei orbitale,* Terra, nr. 2, Bucureşti.

Tricart J., Rimbert S., Lutz G. (1970), *Introduction à l'utilization des photographies aériènnes en Géographie, Géologie, Écologie, Aménagement du territoire*, Tome I: Notions générales, données structurales, géomorphologie, SEDES, Paris.

Tolcelnikov, Yu. C. (1974), *Opticeskie svoistva landsafta (primenitelno k aerossiemke)*, Nauka, Leningrad.

Verstappen H. Th. (1964), *Manuel de Photo-Interprétation*, Tome VII, Photographies aériènnes en géologie et géomorphologie, fasc. I, II, I.T.C., Delft.

Verstappen H. Th., Zuidam R. A. (1970), *Orbital Photography and Geosciences*, Geoforum, nr. 2, Braunschweig.

Vinogradov B. V. (1966), *Aerometody izucenija rastitelnosti aridnyh zon*, Nauka, Leningrad.

Way D. S. (1973), *Terrain Analysis. A Guide to Site Selection Using Aerial Photographic Interpretation*, Hutchinson.

Wilmet J., Nadasdy J. (1967), *Nouveau procédé de photographie et d'étude des panaches de fumées industrielles*, Actes du II-e Symposium International de Photo Interprétation (1966), Paris.

Wanless, Harold R. (1965), *Aerial stereo photographs for stereoscope viewing in: geology, geography, conservation, forestry, surveyng*, Illinois, Hulbard Press.

Wolf P. R. (1974), *Elements of Photogrammetry (with Air Photo Interpretation and Remote Sensing)*, Mc. Graw-Hill Book Company, New York.

Zegheru N., Negoiță I., Teaci D. (1960), *Cu privire la îmbunătățirea procesului tehnologic de întocmire a hărților pedologice folosind metode fotogrammetrice*, Rev. de geodezie și organizarea teritoriului, nr. 1, București.

Zegheru N., Albotă M. (1979), *Introducere în teledetecție*, Editura științifică și enciclopedică, București.

* * * (1957), *Atlas stéréogrammes pour l'entrainement à l'identification des details sur les photographies aériènnes à axe vertical*, I.G.N., Paris.

* * * (1976), *Geographical applications of aerial photography*, Newton Abbot, Devon.

* * * (1976), *Hidrologic Interpretation Based on Infrared Imagery of Long Island*, New York, Geol. Survey Water-Supply, Paper 2009-B.

* * * (1978), *Issledovanie okeana iz kosmosa*, Gidrometeoizdat, Leningrad.

* * * (1970), *Manuel de photo-interprétation*, Technip, Paris.

* * * (1974), *Manualul inginerului geodez*, Ed. tehnică, București.

* * * (1975), *Manual of remote sensing*, American Soc. of Photogrammetry, Falls Church, Virginia.

* * * (1969), *Photographie aérienne et urbanisme*, C.R.U., Paris.

* * * (1976), *Remote Sensing for Environmental Sciences*, edited by E. Schanda, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg-New York.

* * * (1976), *ERTS-1. A New Window on Our Planet*, Geological Survey Professional Paper 929, Unitet States Gouverment Printing Office, Washington.

* * * (1977), *Proceeding of the First annual W. Pecora Memorial Symposium*, october 1975, Sioux Folls, South Dakota, Geological Sourvey Professional Paper 1015, U.S. Gouxern. Print Off., Washington.

* * * (1977), *The Survellant Science*, Remonte Sensing of the Environment, Edited by Robert K. Holz.

* * * (1972), *Issledovanija prirodnoi sredi s pilotiruemyh orbitalő'nyh stancij*, Gidrometeoizdat, Leningrad.

Glosar

Aberație optică — Deformare a imaginii produsă de obiectivul camerei fotografice.

A. o. cromatică — Denaturarea culorilor prin dispersia luminii provocată de obiectiv.

A. o. de sfericitate — Deformare a imaginii datorită diferenței de focalizare între partea centrală și periferia obiectivului.

Absorbția radiațiilor — Proces prin care radiația electromagnetică este reținută de către obiectele întîlnite în cale.

Acomodare vizuală — Modificarea convexității cristalinului pentru a regla distanța focală în funcție de distanța față de obiectul privit.

Acoperire — Suprapunerea aerofotogramelor învecinate.

A. laterală — Suprapunerea aerofotogramelor de pe benzile învecinate.

A. longitudinală — Suprapunerea (prin reprezentarea aceleiași porțiuni de teren) a aerofotogramelor vecine din aceeași bandă.

Actinometru — Aparat ce servește la măsurarea intensității radiației solare.

Acuitate monoculară — Capacitatea de a distinge două puncte ale imaginii, situate la distanță foarte mică între ele.

A. stereoscopică (binoculară) — Capacitatea de a detecta puncte sau obiecte situate la distanțe diferite de ochi, sesizînd relieful.

Aerobază — Distanța aeriană dintre două puncte (stații) succesive de aerofotografiere.

Aerofotografie — Imagine fotografică realizată cu cameră transportată cu un mijloc de zbor (avion, helicopter, balon etc.).

Aerofotografiere — Proces de fotografiere cu ajutorul unei camere ridicată în atmosferă cu un mijloc de zbor.

Aerofotogramă — Fotografie aeriană realizată cu o cameră metrică.

A. nadirală (verticală) — Fotografie aeriană obținută cu o cameră cu axul optic vertical.

A. înclinată — Fotografie aeriană obținută cu o cameră al cărei ax optic este înclinat, făcînd cu verticala locului un unghi de 3°—15°.

A. oblică — Fotografie aeriană obținută cu o cameră al cărei ax face cu verticala un unghi mai mare de 15°.

A. panoramică — Fotografie aeriană pe care apare linia orizontului.

Aerofotogrammetrie — Ramură a fotogrammetriei care se ocupă cu efectuarea măsurătorilor de pe aerofotograme.

Aerofotointerpretare — Examinarea aerofotografiilor în vederea obținerii de informații calitative și cantitative despre regiunea fotografiată.

Agenția Spațială Europeană (ASE; European Space Agency — ESA) — Organizație alcătuită de unele țări

vest-europene în scopul activităților spațiale. A fost fondată în 1975 prin fuziunea Comisiei europene pentru cercetarea spațială (CECS) și a Comisiei europene pentru construirea rachetelor lansatoare de aparate spațiale (ELDO).

Albedou — Mărime fotometrică ce exprimă, în procente, raportul dintre intensitatea luminii reflectate de un corp și intensitatea luminii care cade pe corpul respectiv.

Anaglif — Procedeu de obținere a modelului tridimensional (stereoscopic) prin imprimarea celor două imagini în două culori complementare (roșu și verde). Privind printr-o pereche de ochelari care au lentilele colorate în cîte una din cele două culori, fiecare ochi vede numai imaginea destinată lui.

Analizor vizual — Sistem de detectare a imaginilor luminoase cu ajutorul ochilor și a canalelor de transmisie la creier a informațiilor.

Aparate de restituție — Aparate utilizate pentru întocmirea de planuri topografice și hărți după fotograme.

Apollo — Nave cosmice cu echipaj lansate de S.U.A. din 1966 și cu ajutorul cărora s-a realizat aselenizarea unor cosmonauți și fotografierea suprafeței Lunii.

APT (Automatic Picture Transmission camera sistem) — Sistem de transmitere și recepționare la sol a imaginilor obținute cu ajutorul aparaturii instalate pe sateliți și nave cosmice.

Arie utilă (efectivă) — Porțiune din aerofotogramă, delimitată pentru a fi analizată spre a obține informații. Delimitarea se face în așa fel încît să se evite examinarea aceleiași porțiuni de teren de mai multe ori pe aerofotogramele învecinate.

Astigmatism — Aberație provocată de obiectiv și care face ca imaginea unui punct să apară sub forma a două linii perpendiculare distanțate între ele.

ATS (Applications Technology Satellite) — Sateliți geosincroni lansați de S.U.A. din 1966, unii dintre ei transmițînd imagini TV în culori ale suprafeței terestre.

AVCS (Advanced Vidicon Camera System) — Aparatură de televiziune cu mai multe camere (fiecare fiind sensibilă la o anumită bandă spectrală), utilizată pe sateliți și nave cosmice pentru obținerea de imagini ale suprafeței terestre.

Baleiaj — Explorarea suprafeței terestre punct cu punct în lungul unor linii perpendiculare pe linia de zbor. În felul acesta se recepționează undele electromagnetice emise sau reflectate de suprafața terestră și se pot obține imagini ale acesteia.

Bară de paralaxă (stereomicrometru) — Instrument sub forma unei bare telescopice prevăzută cu plăcuțe de sticlă, pe care sînt gravate semne indicatoare, și cu micrometru pentru măsurarea precisă a diferențelor de paralaxă.

Bază de aerofotografiere — vezi aerobază.

Bază oculară — Distanța dintre centrele pupilelor ochilor (distanță interpupilară). În funcție de particularitățile anatomice, variază de la un individ la altul de la 65 mm la 72 mm.

Cameră aerofotografică — Cameră destinată fotografierii dintr-un aparat de zbor.

C. cu expunere continuă — Tip de cameră aerofotografică la care obturatorul rămîne deschis timp mai îndelungat, iar filmul se mișcă sincron cu deplasarea imaginii.

C. clară — Instrument pentru redresare și transpunere a detaliilor de pe aerofotogramă pe plan, hartă sau schiță.

C. convergente — Sistem de două camere aerofotografice cu axe convergente înclinate în lungul direcției de zbor pentru a da aerofotografii cu acoperire de 100%.

C. metrică — Cameră fotografică perfect centrală, cu distanță focală precis determinată și cu indici marginali care se imprimă pe fotogramă permițînd aflarea punctului central.

C. multispectrală — Cameră fotografică cu mai multe obiective (pînă la 9 sau chiar 16), prevăzute cu filtre diferite încît se obțin tot atîtea imagini în benzi spectrale diferite, pe unul sau mai multe filme.

Cameră stereoscopică — Cameră fotografică cu două obiective, situate la distanță interpupilară, realizînd două imagini stereoscopice.

Cameră TV — Cameră de luat vederi de televiziune. În principiu funcționează ca o cameră fotografică dar materialul fotosensibil este înlocuit cu un sistem de fotocelule sau fotorezistențe care permit explorarea, punct cu punct, a imaginii.

Cinescop — Tub catodic folosit pentru vizualizarea unor informații care au fost transformate în impulsuri electrice. Se utilizează pentru obținerea imaginilor în sistemele de termografiere, radar, sonar ș.a.

Codificare digitală (numerică) — Transpunerea numerică a informațiilor obținute prin teledetecție pentru a putea fi prelucrate cu ajutorul calculatoarelor.

Coeficient de contrast — Coeficient care exprimă caracteristica materialului fotografic de a da diferențe mai mici sau mai mari între tonurile de gri.

Coma — Aberație care face ca imaginea unui punct să apară de forma unei comete.

CCT (Computer compatible tape) — Bandă magnetică pe care sînt înregistrate informații obținute prin teledetecție în așa fel încît pot fi prelucrate în calculatoare.

Contrast — Diferența de tonuri (nuanțe) a unei imagini fotografice, care se exprimă prin coeficientul de contrast. După capacitatea de a reda contraste mai mici sau mai mari se deosebesc materiale fotografice moi, normale și dure.

Convergență optică — Reglarea poziției axelor optice ale celor doi ochi pentru a se intersecta pe obiectul privit.

Conturanță (acutanță) — Caracteristică ce exprimă variația densității imaginii fotografice pe o direcție perpendiculară pe linia de contur. Exprimă claritatea imaginii.

Copie de contact — Copie fotografică la aceeași scară cu negativul, obținută prin suprapunerea clișeului pe hîrtia fotografică și prin iluminare.

Copie mărită — Copie fotografică obținută cu ajutorul unui aparat de mărit.

Cosmos — Sateliți artificiali sovietici, lansați începînd din 1972 și utilizați pentru cercetări științifice.

Cuplu stereoscopic (stereogramă) — Două aerofotograme învecinate cu acoperire de cca. 60% și care permit obținerea modelului stereoscopic.

Densitometrie — Măsurarea densității (gradului de înnegrire) a imaginii fotografice pentru a stabili diferențele de ton și a detecta obiecte și procese diferite.

Deplasarea radială (de relief) — Deplasarea imaginii vîrfului unui obiect față de poziția sa planimetrică reală, datorită faptului că aerofotogramele sînt proiecții centrale.

Deschidere relativă — Raportul dintre diametrul maxim al diafragmei și

distanța focală a obiectivului. Exprimă luminozitatea obiectivului.

Deschidere unghiulară (unghi de cîmp) — Unghiul format de razele de lumină, care pătrund în obiectiv prin puncte extreme diametral opuse.

Developare — Tratarea materialelor fotosensibile, după ce au fost expuse, cu o soluție chimică (revelator) pentru a accelera descompunerea halogenurii de argint și a face vizibilă imaginea.

D. color — Tratarea materialelor fotografice color cu reactivi care să ducă la formarea pigmenților color în straturile emulsiei.

Diafragmă — Orificiu circular cu diametru reglabil, care controlează cantitatea de lumină pătrunsă în camera fotografică.

Diferență de paralaxă — Diferența algebrică dintre măsurările lineare ale paralaxelor vîrfului și bazei unui obiect reprezentat pe două fotografii stereoscopice.

Difracția luminii — Abaterea de la propagarea rectilinie a undelor luminoase.

Dioptrie — Unitate de măsură a puterii unei lentile, fiind egală cu puterea unei lentile cu distanță focală de 1 m.

Dispersia luminii — Descompunerea luminii în radiații monocromatice (colorate), datorită variației indicelui de refracție al unor medii transparente, în funcție de lungimea de undă a radiațiilor.

Distanță focală — Distanța de la centrul optic al obiectivului pînă la planul principal al imaginii.

Distanță interpupilară — vezi bază oculară.

Distorsie — Aberație geometrică datorită căreia liniile unei rețele rectangulare devin curbe.

Dublet — Cuplu stereoscopic format din două aerofotograme vecine, montate în poziție corespunzătoare pentru a fi observate la stereoscop.

Echidensite — Linii care delimitează porțiuni cu înnegrire egală pe originalul fotografic.

Efect fotochimic — Descompunerea substanțelor fotosensibile (de ex halogenura de argint) sub acțiunea radiațiilor electromagnetice din domeniul vizibil și cele din imediata vecinătate.

Emisivitate — Capacitatea obiectelor și proceselor de a lansa, emițînd sau reflectînd, semnale electromagnetice cu anumite lungimi de undă, în funcție de proprietățile lor fizice.

Emulsie fotosensibilă (fotografică) — Precipitat de halogenură de argint, dispersat într-un strat de gelatină, folosit ca element sensibil al materialelor fotografice.

E. IR — Emulsie fotografică sensibilă la radiații luminoase și la infraroșul apropiat (reflectat).

E. ortocromatică — Emulsie fotografică sensibilă la violet-albastru și verde, dar foarte puțin sensibilă la portocaliu și roșu.

E. pancromatică — Emulsie sensibilă la tot spectrul vizibil dar cu sensibilitate mai redusă la verde.

Exagerare verticală — Exagerarea înălțimii obiectelor și a valorii pantelor pe modelele stereoscopice obținute cu ajutorul aerofotogramelor deoarece aerobaza depășește cu mult valoarea bazei oculare.

Exploatarea aerofotogramelor — Obținerea informațiilor de pe aerofotograme. Se poate deosebi o *E. calitativă.* (obținere de informații calitative) și o *E. cantitativă* (obținere de informații cantitative — planimetrice și altimetrice).

Expunere fotografică — Deschiderea obturatorului camerei fotografice pentru a lăsa lumina să pătrundă spre a impresiona materialul fotografic.

EROS (Eearth Resources Observation System) — Program american de

explorare a resurselor terestre prin teledetecție.

ERTS (Earth Resources Technology Satellite) (denumit ulterior **Landsat**) Sateliți prevăzuți cu aparatură complexă pentru a furniza imagini și informații multiple despre starea atmosferei, a suprafeței terestre și a scoarței în vederea studiului resurselor terestre și ale condițiilor geografice. Primul satelit ERTS a fost lansat în 1972.

ESA (European Space Agency) — vezi Agenția spațială europeană.

ESSA (Environmental Sciences Administration) — Administrația științelor mediului înconjurător.
(Environmental Survey Satellite) — Primul satelit operațional meteorologic lansat de S.U.A. în 1966. Era prevăzut cu două camere speciale de televiziune.

ESRO (European Space Research Organisation) — Comisia europeană pentru cercetarea spațială. Vezi Agenția Spațială Europeană.

Fals-color — Material fotografic color, sensibil și la radiațiile infraroșii. Nu redă culorile naturale. De exemplu, verdele este redat prin roșu, albastrul prin galben.

Film fotografic — Material fotografic cu suport din material flexibil (acetat de celuloză, mase plastice).
F. reversibil — Film fotografic care, în urma prelucrării, redă imaginea pozitivă.

Filtru — Dispozitiv care oprește o parte din radiații, permițînd doar trecerea radiațiilor cu anumită lungime de undă.

Fixare — Îndepărtarea halogenurii de argint rămasă neredusă în urma developării. În acest fel imaginea fotografică devine stabilă.

Fotoasamblaj — Ansamblu de fotografii aranjate pentru a reda o imagine continuă a unei porțiuni de teren.

Fotobază — Distanța pe o aerofotogramă dintre punctul central propriu și punctul central transferat de pe aerofotograma vecină. Reprezintă aerobaza la scara aerofotogramei.

Fotografie — Reprezentarea grafică a unor obiecte, obținută folosind efectul fotochimic al radiațiilor venite de la obiectele respective pe materialul fotosensibil.
F. alb-negru — Fotografie la care imaginea este formată din nuanțe de gri de la alb la negru.
F. color — Fotografie la care imaginea obiectelor este colorată redînd culorile naturale.
F. fals-color — vezi fals-color.
F. color-compus — Fotografie rezultată din combinarea imaginilor (fotografiilor) multispectrale redînd obiectele prin culori false (de exemplu, culturile de cereale redate prin galben).
F. spectrozonală — Fotografie obținută în una din benzile spectrale (vizibil sau IR).

Fotografiere multispectrală — Fotografiere cu ajutorul unei camere multispectrale sau cu ajutorul mai multor camere. Fiecare obiectiv fiind prevăzut cu filtru care lasă să treacă doar radiații de anumită lungime de undă.

Fotogramă — Fotografie obținută cu ajutorul unei camere metrice.

Fotogrammetrie — Disciplină care se ocupă cu efectuarea de măsurători planimetrice și altimetrice cu ajutorul fotogramelor.

Fotointerpretare — Studiul fotogramelor în vederea extragerii informațiilor pe care ele le conțin.

Fotomozaic — Fotoasamblaj de aerofotograme. După gradul de precizie a redării imaginii terenului se deosebesc *F. necontrolate, F. semicontrolate* și *F. controlate.*

Fotoplan — Fotomozaic controlat, alcătuit din aerofotograme redresate,

cu scară corectată, aranjate în poziție corectă, cu inscripții toponimice și cote.

Fotopret — Aparat de verificare și recenzare a calității imaginilor aerofotografice.

Fotosensibilitate — Calitatea unor substanțe de a reacționa sub acțiunea luminii, prin descompunere chimică, generare de potențial electric sau modificare a rezistenței electrice.

Fuziune vizuală — Combinarea imaginilor percepute de cei doi ochi într-o singură imagine tridimensională.

Gemini — Nave cosmice cu echipaj, lansate de S.U.A. din 1965, folosite și pentru teledetecție asupra Pământului.

Granulație — Mărimea cristalelor de halogenură de argint din emulsia fotosensibilă.

Grosisment — Raportul dintre unghiul sub care este văzut un obiect cu un instrument optic și unghiul sub care este văzut cu ochiul liber.

Halo — Zonă luminoasă care înconjoară imaginea unui punct luminos.

HRIR (High Resolution Infra-Red Radiometer) — Radiometru cu putere de rezoluție mare (3—7 km), utilizat pe sateliții americani de tip Nimbus pentru teledetecție.

Holografie — Procedeu de înregistrare și redare a imaginii tridimensionale a obiectelor, prin utilizarea luminii laser la fotografiere (care se face într-un mod specific) și la examinarea imaginii.

Imagine latentă — Imagine invizibilă care se formează pe materialul fotografic, în urma expunerii, în timpul căreia descompunerea halogenurii este într-un stadiu incipient. *I.l.* devine vizibilă în urma developării.

Imagine pseudoscopică — Imagine tridimensională inversată, obținută prin inversarea poziției fotografiilor stereoscopice.

Imagine termografică (termală) — Imagine obținută cu ajutorul unei aparaturi capabile să detecteze radiațiile infraroșii, emise de către obiecte, și să le vizualizeze pe ecranul unui cinescop, care este fotografiat.

Indice de referință (marcă fiducilă, reper marginal) — Reper imprimat în colțul sau pe mijlocul laturii fotogramei. Aceste repere permit să se afle punctul central (principal) al fotogramei.

Intercosmos — Organism științific pentru explorarea Cosmosului, creat pe lîngă Academia de științe a U.R.S.S. în 1965. În 1967 au aderat Bulgaria, Cuba, R.D.G., Mongolia, Polonia, România și Ungaria.

Intervalometru — Mecanism care comandă declanșarea obturatorului camerelor fotografice aeriene la intervale constante de timp.

ITC (International Training Center) — Centru internațional de pregătire postuniversitară a specialiștilor în fotointerpretare și fotogrammetrie înființat la Delft și transferat la Enschede în Olanda.

Interpretoscop — Aparat perfecționat de fotointerpretare fabricat de firma Carl Zeiss-Jena.

ITOS (Improved Tiros Operational Satellite) — Sateliți lansați de S.U.A. din 1970, care au furnizat imagini ale suprafeței terestre.

Înălbire — Fază a procesului de prelucrare a materialelor fotografice color. Constă în tratarea filmului cu fericianură de potasiu, pentru a transforma argintul metalic în fericianură de argint, care să poată fi eliminată din emulsie spre a rămîne doar pigmenții color.

Înălțime de zbor — Distanța verticală dintre aparatul de zbor care trans-

portă camera aerofotografică și suprafața terenului fotografiat

Înregistrare electromagnetică (magnetică) — Înregistrarea informațiilor furnizate de aparatura de teledetecție pe bandă magnetică.

Landsat — vezi ERTS.

Laser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) — Instrument care emite fascicule de radiații monocromatice intense.

Latitudine de expunere — Proprietatea materialului fotografic de a reda imagini cu o înnegrire corespunzătoare, chiar în cazul unor expuneri mai lungi sau mai scurte decît timpul corect.

Lidar (Radar cu laser) — Aparat care funcționează pe principiul radarului, utilizînd lumina emisă de laser pentru iluminarea obiectului.

Lumină monocromatică — Lumină reprezentată prin radiații cu aceeași lungime de undă.

Luna — Stații spațiale automate sovietice, lansate începînd din 1959 și care au realizat fotografierea feței invizibile de pe Pămînt a Lunii.

Lunar Orbiter — Stații spațiale automate americane lansate din 1966 și care au fotografiat suprafața Lunii.

Luminozitatea obiectivului — Cantitatea maximă de lumină pe care o poate transmite obiectivul fotografic. Influențează gradul de iluminare a materialului fotosensibil.

Lungime de undă — Spațiul parcurs de o undă în timpul unei perioade de oscilație.

Marcă — Imagine unică rezultată din contopirea imaginilor (două) gravate pe părțile mobile (plăcuțele barei de paralaxă, de ex.) ale aparaturii fotogrammetrice. Marca permite urmărirea tridimensională a contururilor detaliilor de pe modelul stereoscopic, în vederea efectuării măsurătorilor sau a transpunerii detaliilor.

Material fotografic — Material fotosensibil utilizat pentru obținerea imaginilor fotografice. Este alcătuit din *suport* și *emulsie*.

M. aerofotogrammetric — Material fotografic utilizat în camerele aerofotogrammetrice.

Mărci fiduciale — vezi indice de referință.

MRIR (Medium Resolution Infra-red Radiometer) — Radiometru cu putere de rezoluție medie, utilizat pe sateliții americani de tip Nimbus, funcționînd în 5 benzi spectrale.

Mariner — Stații spațiale interplanetare, lansate de S.U.A. din 1962 și care au transmis imagini ale planetelor Mercur, Venus, Marte, Saturn și Jupiter.

Mars — Stații spațiale sovietice lansate din 1972 și care au transmis imagini și au explorat suprafața planetei Marte.

Mercury — Navă spațială americană cu echipaj care a realizat fotografii ale suprafeței terestre.

Meteor — Sistem de sateliți meteorologici sovietici de tip Cosmos realizat începînd din 1967. Sateliții respectivi au transmis imagini TV ale suprafeței terestre.

Mozaic aerofotografic — vezi fotomozaic.

Multiplet — Asamblaj de mai multe aerofotograme montate în așa fel încît să poată fi examinate stereoscopic două cîte două.

MSS (Multispectral Scanner) — Aparat de teledetecție care funcționează prin baleiere în mai multe lungimi de undă deodată și furnizează mai multe imagini ale aceluiași teren. Este un sensor de baleiere multispectrală.

NASA (National Aeronautics and Space Administration) — Organizație guvernamentală creată în S.U.A. în 1958 pentru a se ocupa de coordonarea și realizarea programelor spațiale.

Nimbus — serie de sateliți meteorologici americani, lansați din 1964 și care au furnizat imagini ale suprafeței terestre.

NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) — Organism științific american care a lansat sateliții meteorologici cu același nume, începînd din 1970.

Obiectiv fotografic — Sistem complex de lentile, care are menirea de a forma imaginea obiectului fotografiat pe emulsia fotografică.

Obturator — Mecanism care poate permite pătrunderea luminii în camera fotografică în timp precis controlat.

Ortofotogramă — Aerofotogramă de pe care s-a eliminat deplasarea radială, obținîndu-se o imagine corespunzătoare unei proiecții ortogonale.

Ortofotoplan — Asamblaj de ortofotograme, aranjate în poziție corectă și pe care sînt înscrise denumiri și cote.

Ortofotoscop — Aparat de redresare diferențială, cu ajutorul căruia aerofotogramele se transformă în ortofotograme prin copiere.

Paralaxă — Unghi sub care este văzut un obiect din două puncte diferite (punctele de aerofotografiere), exprimat prin mărimea distanței dintre imaginile obiectului pe cele două aerofotograme în raport cu punctul central.

P. longitudinală — Paralaxa măsurată în lungul axei *OX* a aerofotogramei.

P. transversală — Paralaxa măsurată în lungul axei *OY* a aerofotogramei.

Pioneer — Stații spațiale lansate de S.U.A. din 1958. Au transmis imagini ale planetelor Venus, Jupiter, Saturn și Uranus.

Pixel — Suprafața de teren de pe care se recepționează deodată radiațiile cu aparatura de baleiere. În cazul sateliților Landsat, mărimea unui pixel este de 0,4 ha; în cazul sateliților meteorologici, este de ordinul zecilor sau sutelor de km².

Planimetru polar — Instrument pentru măsurat suprafața unor detalii. Poate fi utilizat în cazul aerofotogramelor singulare sau a modelelor stereoscopice.

Polarizarea undelor electromagnetice — Transformarea undelor în unde cu un singur plan de oscilație. În teledetecție se utilizează polarizarea undelor radar.

Putere de rezoluție — Capacitatea sistemului optic și a materialului fotografic de a reda detalii fine pe imaginea formată. Se exprimă prin numărul de linii albe și negre, alternative, care pot fi redate pe distanța de 1 mm.

Pseudoscopie — Vezi imagine pseudoscopică.

Punct central (principal) — Punct în care imaginea fotografică este intersectată de axul optic principal al obiectivului. Se poate determina cu ajutorul indicilor de referință.

Punct de fotografiere — Punctul în care se află camera în momentul deschiderii obturatorului. În cazul aerofotogramelor nadirale, coincide cu punctul central.

Punct nadiral — Punct de intersecție a planului imaginii fotografice cu verticala locului. La aerofotogramele verticale p.n. coincide cu punctul central.

Putere de reflexie — Raportul dintre intensitatea radiațiilor reflectate de un corp și intensitatea radiațiilor incidente.

RADAR (Radio Detection and Ranging — Detectare și localizare prin radio) — Aparat care emite impulsuri de unde electromagnetice centimetrice și le recepționează după ce au fost reflectate de obiectele aflate în calea lor. Modificările suferite de unde în interacțiunea cu obiectul poartă informații despre obiect.

Radiometru — Aparat care măsoară intensitatea radiațiilor recepționate de la sol prin baleiere, comparîndu-le cu radiația de la o sursă de referință. Semnalele electrice emise de detector pot fi vizualizate pe un cinescop. Funcționează în vizibil, infraroșu și microunde.

Ranger — Program spațial realizat de S.U.A. în 1963—65 pentru fotografierea suprafeței lunare, folosindu-se nave spațiale automate.

Redresare — Procedeu de corectare geometrică a aerofotogramelor înclinate pentru a le transforma în imagini corespunzătoare aerofotogramelor verticale. Se poate realiza pe cale grafică, analitică sau fotografică.

Reflexie difuză — Fenomen de reflectare a razelor unui fascicul incident în toate direcțiile datorită neregularităților suprafeței reflectoare. În atmosferă, r.d. se produce datorită numeroaselor particule solide sau lichide.

Remote Sensing (teledetecție) — Detectare, observare de la distanță.

Reper mobil — vezi marcă.

RBV (Return Beam Vidicon) — Tip de cameră de televiziune utilizat pe satelitul Landsat-C.

Revelator (baie de developare) — Soluție alcalină care conține o substanță reducătoare (metol, hidrochinonă ș.a.) ce descompune halogenura de argint, eliberînd argint metalic. În soluție se mai adaugă substanțe care accelerează reducerea halogenurii (carbonați de sodiu și potasiu) și substanțe care evită voalarea filmului (bromură de potasiu).

Saliut — Laboratoare orbitale sovietice lansate începînd din 1971 pentru cercetări și experiențe științifice, inclusiv cercetarea suprafeței terestre prin teledetecție.

Scanner — Sensori de baleiere, care explorează suprafața terestră punct cu punct, în lungul unor linii perpendiculare pe direcția de zbor. Radiațiile sînt recepționate cu oglinzi oscilante sau rotative de pe unități teritoriale cvasipunctiforme (pixeli), cu sensori adecvați lungimii de undă. Semnalele furnizate de sensor sînt înregistrate magnetic sau vizualizate cu un cinescop și fotografiate.

Scara aerofotogramei — Raportul dintre lungimea unei distanțe în teren sau mărimea reală a obiectului și dimensiunile respective pe aerofotogramă. Se poate afla cu ajutorul raportului dintre distanța focală a camerei aerofotografice și înălțimea de zbor.

Sensibilitate cromatică — Sensibilitatea emulsiei fotografice față de radiațiile cu anumite lungimi de undă (anumite culori).

Sensibilitatea emulsiei fotografice — Caracteristică a emulsiei, care indică cantitatea minimă de iluminare a emulsiei pentru a obține, după developare în anumite condiții, o anumită înnegrire a ei. Se exprimă în grade DIN, GOST, ASA, SCHEINER.

SEOD (Synchronous Earth Observing Satellite) — Satelit de tip Landsat, care va permite observarea continuă a unei întregi emisfere.

Signatură — Semnalul specific emis sau reflectat de un obiect, sub formă de radiații, care permite identificarea obiectului prin teledetecție.

Sistem termovizion — vezi termografiere.

Sistem de fototeleviziune — Sistem de obținere a imaginilor prin fotografiere și prelucrarea automată a materialului fotografic la bordul navei cosmice. Imaginile fotografice sînt apoi transmise la sol prin televiziune (camera TV explorează fotografiile la bordul navei).

Spectroscop — Instrument pentru studiul spectrului luminii.

Spectroscopie — Studiul spectrelor radiațiilor electromagnetice cu ajutorul spectroscopului.

Skylab — Laborator spațial lansat de S.U.A. în 1973. Echipajele pe care le-a adăpostit și aparatura automată au realizat explorarea suprafeței terestre prin teledetecție.

SLAR (Side Loocking Airborne Radar) — Radar aeropurtat cu privire laterală. Sistem de radar aeropurtat care explorează două benzi de teren situate lateral față de linia de zbor.

SMS (Synchronous Meteorological Satellite) — Sateliți americani geostaționari, lansați în 1974—1975, care au furnizat imagini globale ale Pămîntului, obținute cu ajutorul radiometrelor cu baleiere.

Soiuz — Nave cosmice cu echipaj, lansate de U.R.S.S. începînd din 1967. Au realizat imagini fotografice și nefotografice ale suprafeței terestre.

SONAR (Sound Navigation and Ranging) — Sistem de teledetecție pentru explorarea fundului bazinelor acvatice cu ajutorul undelor sonore și al ultrasunetelor pe principiul radarului. Radar cu unde sonore.

Suportul (emulsiei) — Strat de sticlă, acetat de celuloză, mase plastice, hîrtie pe care este suprapusă emulsia.

Sputnik — Prima serie de sateliți artificiali ai Pămîntului lansați de U.R.S.S. din 1957.

Statoscop — Instrument care permite măsurarea variațiilor înălțimii de zbor pe baza variațiilor de presiune atmosferică.

Stereogramă (Stereofotogramă) — Pereche de aerofotograme care se suprapun parțial și permit obținerea modelului stereoscopic tridimensional.

Stereomicrometru — vezi bară de paralaxă.

Stereomodel — Model tridimensional (în relief), virtual, al terenului, obținut prin examinarea la stereoscop a două fotografii (aerofotograme) făcute din puncte diferite dar care reprezintă același subiect.

Stereopantometru — Aparat de fotointerpretare și restituție, alcătuit dintr-un stereoscop montat pe un suport, solidar cu stereomicrometru. Suportul este montat pe un cărucior cu sistem dublu de rotile, care îi permit deplasarea în axele *OX* și *OY*. De același suport este prins un creion care înscrie automat mișcările mărcii cu care se urmăresc detaliile pe stereomodel.

Stereoscop — Instrument de observare a stereogramei, permițînd obținerea stereomodelului, datorită faptului că oferă fiecărui ochi imaginea corespunzătoare.

S. de buzunar — Stereoscop simplu alcătuit din două lentile montate într-un cadru cu picioruțe rabatabile.

S. cu oglinzi — Stereoscop la care un sistem de oglinzi permite observarea unor fotograme de format mare. Cuplurile de oglinzi înclinate cu 45° apropie razele de lumină reflectate de suprafața fotogramelor pînă la distanța interpupilară, fiind trimise în oculare.

S. cu prisme — Stereoscop la care sînt utilizate prisme pentru apropierea razelor de lumină reflectate de fotograme.

Stereotripletă — Montaj alcătuit din trei aerofotograme care pot fi examinate stereoscopic cîte două.

Strat antihalo — Strat colorat, absorbant al luminii, care se dispune pe suportul filmului fotografic pentru a elimina producerea haloului.

Structura (imaginii fotografice) — Mod de dispunere spațială a imaginilor unor obiecte pe fotografie.

Surveyor — Stații lunare americane, lansate din 1966, care au aselenizat

și au transmis imagini ale suprafeței Lunii.

Teledetecție — Obținerea informațiilor despre obiecte sau procese de la distanță mare, utilizînd aparatura adecvată pentru recepționarea semnalelor lansate în spațiu de acestea sub formă de radiații electromagnetice, unde sonore, cîmpuri fizice etc.

Tireuză — Aparat automat de copiere prin contact.

Tiros (Television and Infrared Observation Satellite) — Serie de sateliți meteorologici americani, lansați din 1960 și care au transmis imagini ale suprafeței terestre.

Termografiere — Obținerea imaginilor pe baza radiației termale (infraroșu mijlociu și îndepărtat) emisă de obiecte și de suprafața terestră.

Textura (imaginii fotografice) — Mărimea punctelor prin care sînt redate detaliile care nu pot fi reprezentate prin imagini distincte la scara fotografiei.

Timp de așteptare — Timpul scurs între două declanșări succesive ale obturatorului camerei fotografice aeriene (timp necesar avionului pentru a parcurge aerobaza).

Timp de expunere — Timpul în care obturatorul rămîne deschis, permițînd pătrunderea luminii spre a forma imaginea pe emulsia fotografică.

TOS (Tiros Operational Satellite) — Sateliți meteorologici operaționali de tip Tiros.

Trenarea imaginii — Deplasarea imaginii pe materialul fotografic din cauza deplasării aparatului de zbor în timpul expunerii. T.i. face ca imaginea fotografică să nu fie clară.

Trimetrogon — Sistem de trei camere aerofotografice, dintre care una are axul vertical, iar celelalte două sînt înclinate lateral față de linia de zbor, făcînd cu verticala unghiuri de 60°.

Tub catodic v. cinescop.

Unghi de derivă — Unghi format între latura aerofotogramei și linia de zbor.

Unghi de înclinare a aerofotogramei — Unghiul dintre verticala locului și axul optic al camerei în momentul fotografierii.

Unghi de cîmp (unghi de deschidere) — vezi deschidere unghiulară.

Vedere binoculară — Capacitatea ochilor de a vedea simultan același obiect, obținînd imagini ușor diferite între ele, care pot fuziona dînd impresia de relief.

Vedere cromatică — Capacitatea analizorului vizual omenesc de a percepe distinct culorile.

Vedere stereoscopică — Realizarea modelului tridimensional al obiectului văzut cu cei doi ochi, prin fuzionarea imaginilor furnizate de ei.

Venera (Venus) — Stații spațiale lansate de U.R.S.S. începînd din 1961 și care au transmis imagini ale planetei Venus.

Verificarea în teren — Acțiunea de confruntare a concluziilor și ipotezelor formulate în timpul fotointerpretării prin efectuarea unor observații directe în teren.

Viking — Stații spațiale lansate de S.U.A. din 1975 pentru fotografierea și explorarea suprafeței planetei Marte.

Voshod — Nave cosmice cu echipaj, lansate de U.R.S.S. în 1964—1965, realizînd fotografii ale suprafeței terestre.

Vostok — Nave cosmice sovietice cu echipaj, lansate din 1961.

Zond — Stații automate sovietice, lansate din 1964, care au fotografiat suprafața Lunii.

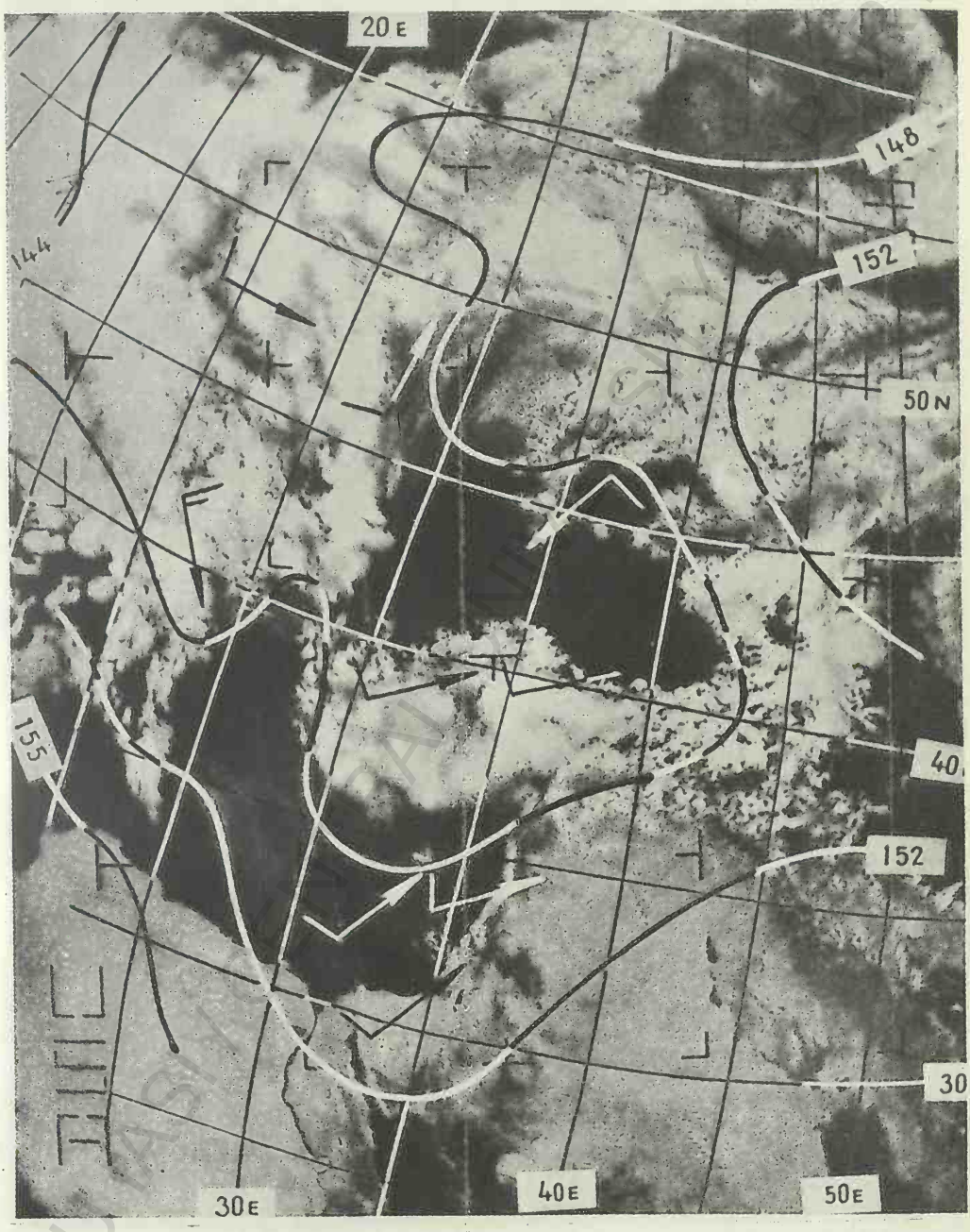
VHRR (Very High Resolution Radiometer) — Radiometru cu rezoluție foarte mare (0,8 km) cu care au fost echipați unii sateliți NOAA.

Col. Inv. 16,60 lei.

Coli de tipar: 12,25. Format: 16/70×100.
Bun de tipar: 23. IX. 1980. Nr. plan: 5988.
Ediția: 1980.

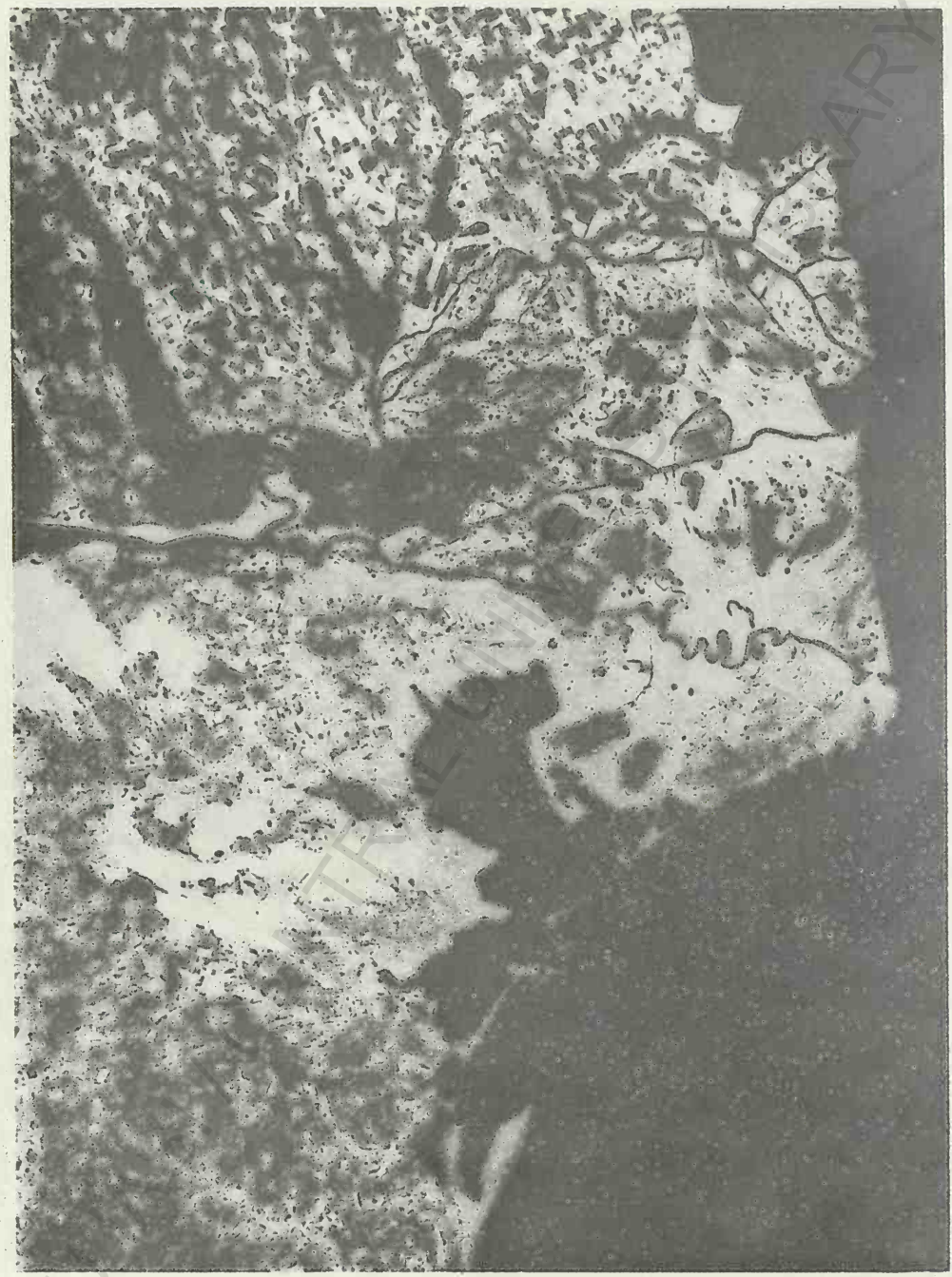
Tiparul executat sub comanda nr. 233,
la Intreprinderea Poligrafică „Crișana",
Oradea, str. Moscovei nr. 5.
Republica Socialistă România

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

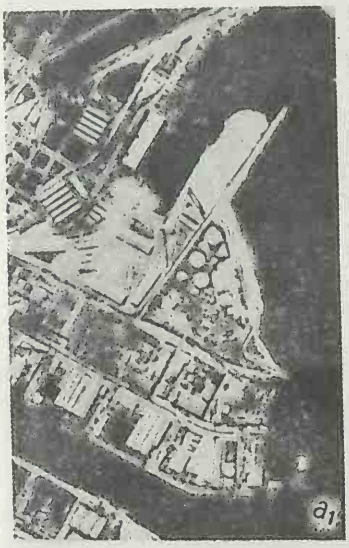


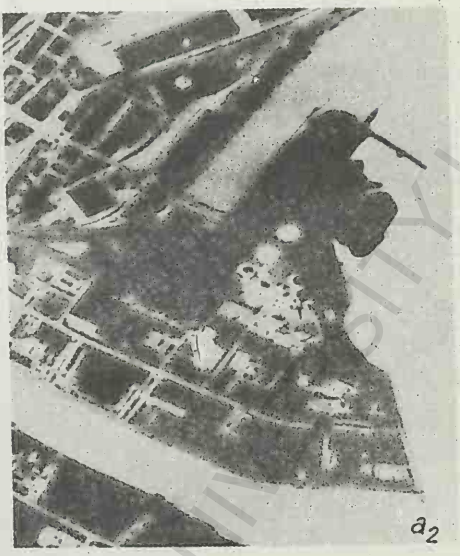
PLANȘA I. Imagine realizată din satelitul NOAA-1 de la altitudinea de 1 470 km. Se observă sistemele noroase ale unei vaste arii depresionare. Deasupra Mediteranei, a Mării Negre și Caspicei, ca și în Africa de Nord, cerul este senin. Rețeaua de coordonate, izobarele și săgețile care indică direcția și tăria vîntului au fost adăugate în laborator.

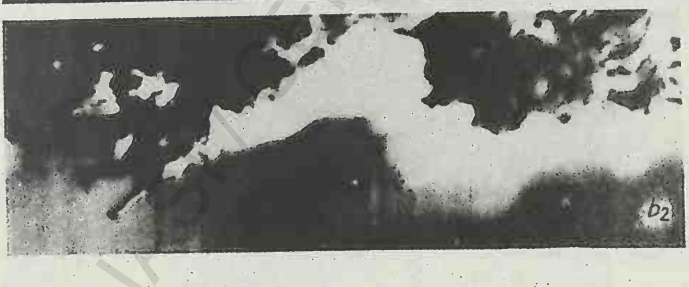
BCU CLUJ / BIBLIOTECA CENTRALĂ UNIVERSITARĂ

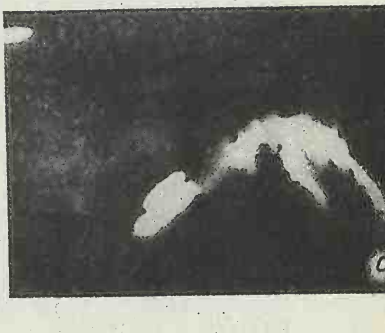


PLANȘA II. *Delta Dunării.* Imagine obținută cu scanerul multispectral al satelitului Landsat-2 în banda de 0,6—0,7 (roșu și infraroșu apropiat). Suprafețele acvatice sînt net diferențiate, iar pe uscat se disting bine parcelele cu diferite culturi și vegetația naturală. Se observă structura grindurilor Letea și Caraorman.

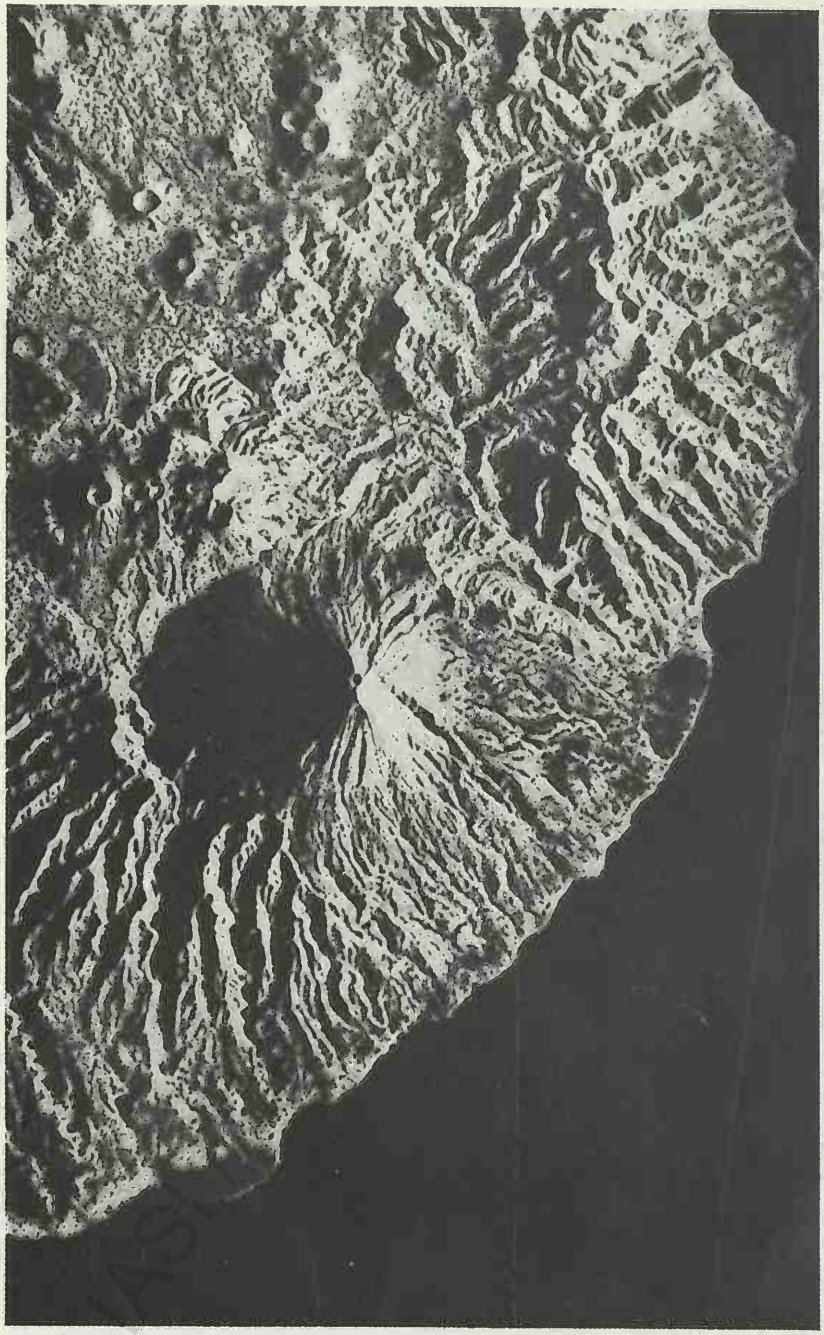




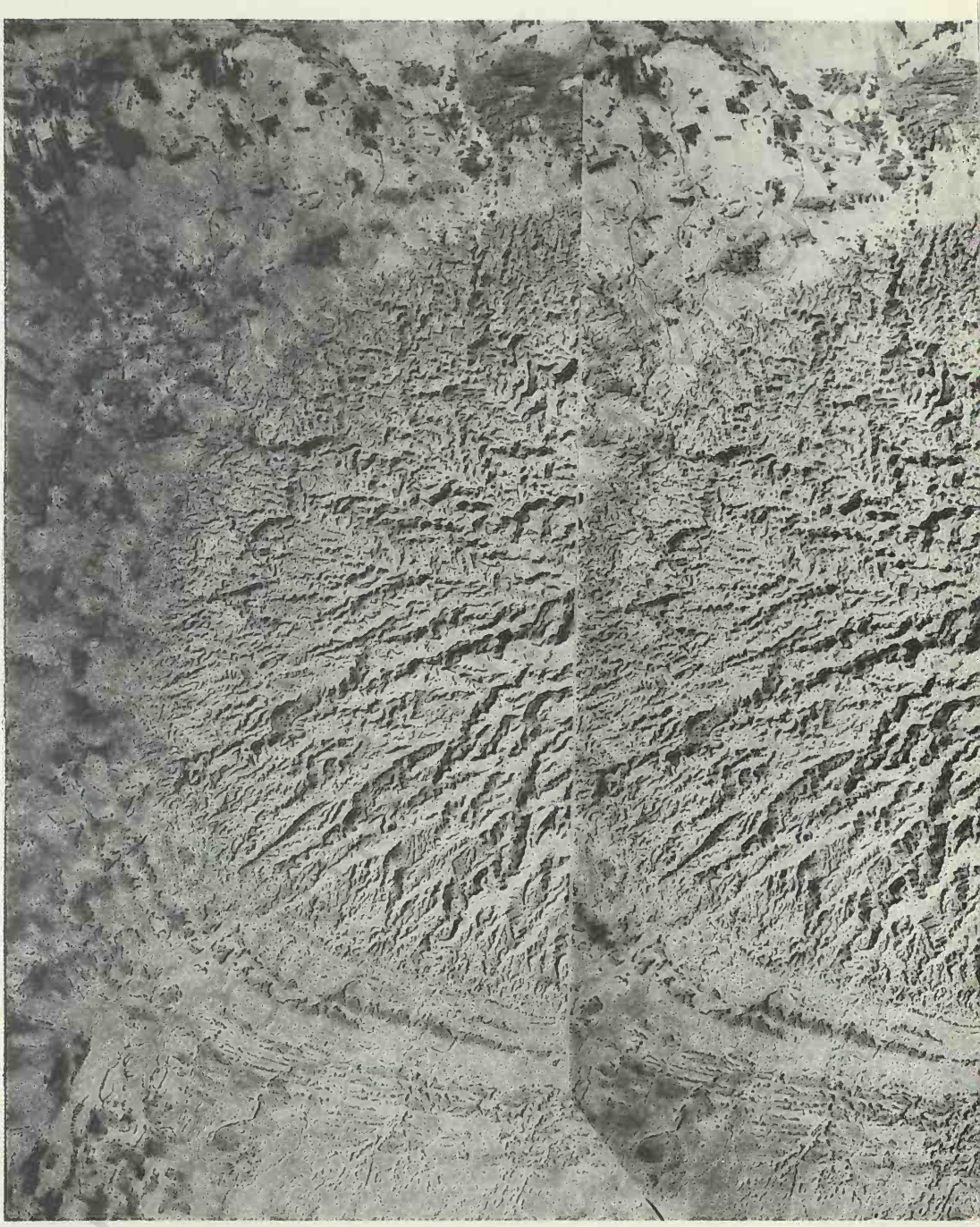




PLANȘA III. Fotografie în pancromatic (a_1) și imagine termografică (a_2), reprezentînd un s
tor de port. Deși cu mai puține detalii, imaginea termografică redă destul de b
caracteristicile portului. Fotografia pancromatică din b_1 redă mai bine detal
uscatului, dar imaginea termografică din b_2 pune în evidență deversarea de
caldă (ton deschis) de la o termocentrală. Imaginea termografică din c rep
zintă vase în larg și o pată de reziduuri petroliere deversate pe suprafața ma
Tonul deschis arată că vasele și reziduurile petroliere au temperatură mai m
decît apa din jur.



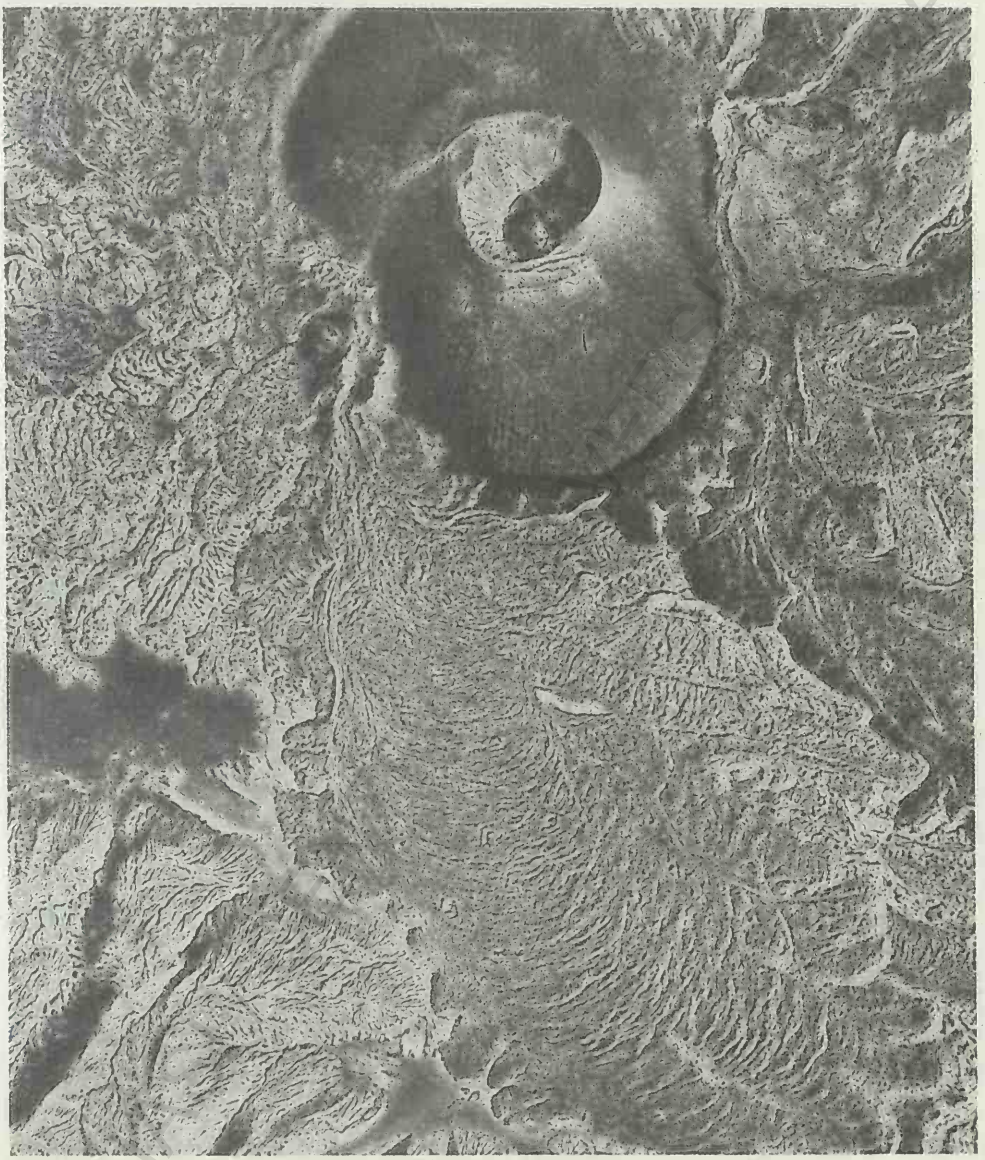
PLANȘA IV. *Insula Bali (Indonezia).* Imagine obținută în sistemul SLAR (radar lateral) redînd foarte net limita dintre uscat și apă. Relieful este redat foarte plastic putîndu-se observa conurile vulcanice cu toate părțile lor componente ca și sistemul de văi, în parte radiare, care brăzdează regiunea.



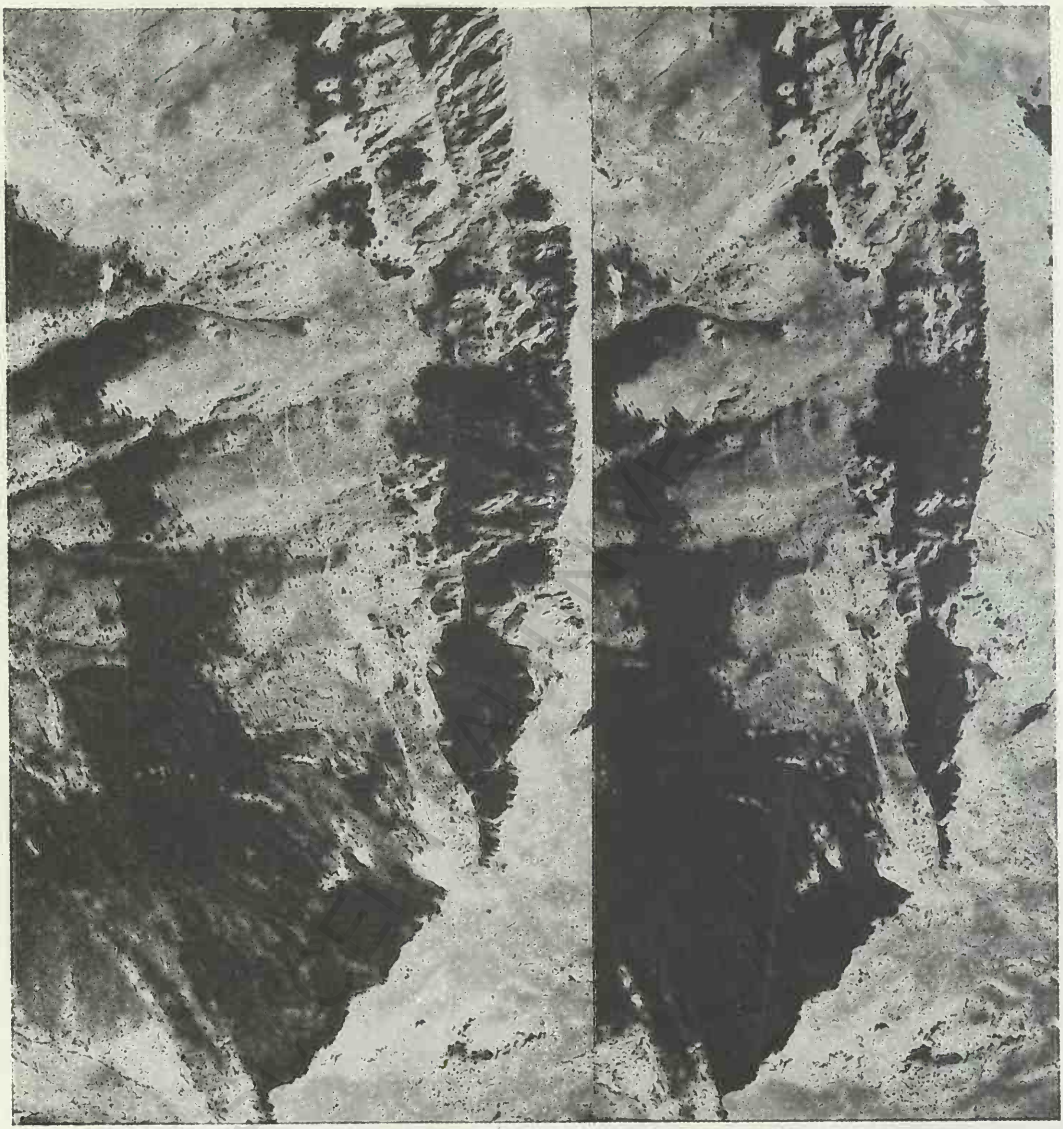
PLANŞA V. Anticlinal din Iran disecat puternic de eroziune sub o climă deşertică. Stra tele mai dure de la periferie au fost scoase în relief de eroziunea diferenţial şi se poate determina uşor direcţia şi înclinarea lor. Forma generală a relie fului şi direcţia ravenelor reflectă evident structura anticlinală. În partea d sus a imaginii se observă aşezările omeneşti, terenurile cultivate (negru) drumurile.

BCU

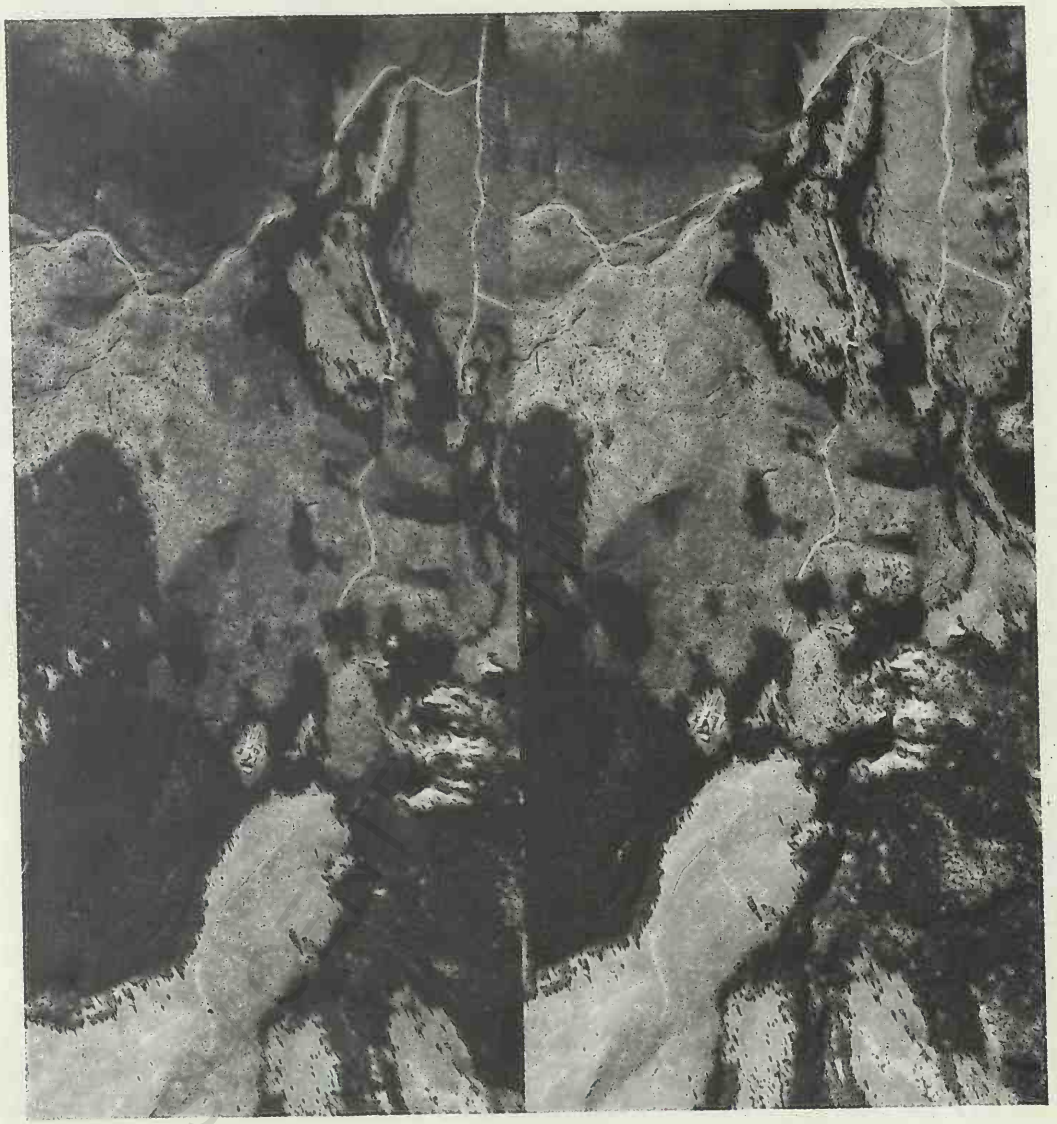
PLANȘA VI. *Anticlinalul Circle Ridge* din Wyoming (S.U.A.). Gresiile apar în tonuri deschise și se impun în relief, fiind mai dure. Șisturile, mai moi, au fost erodate mai puternic. Ele apar în tonuri mai închise spre centrul anticlinalului. Relieful și poziția aflorimentelor reflectă net structura anticlinală.



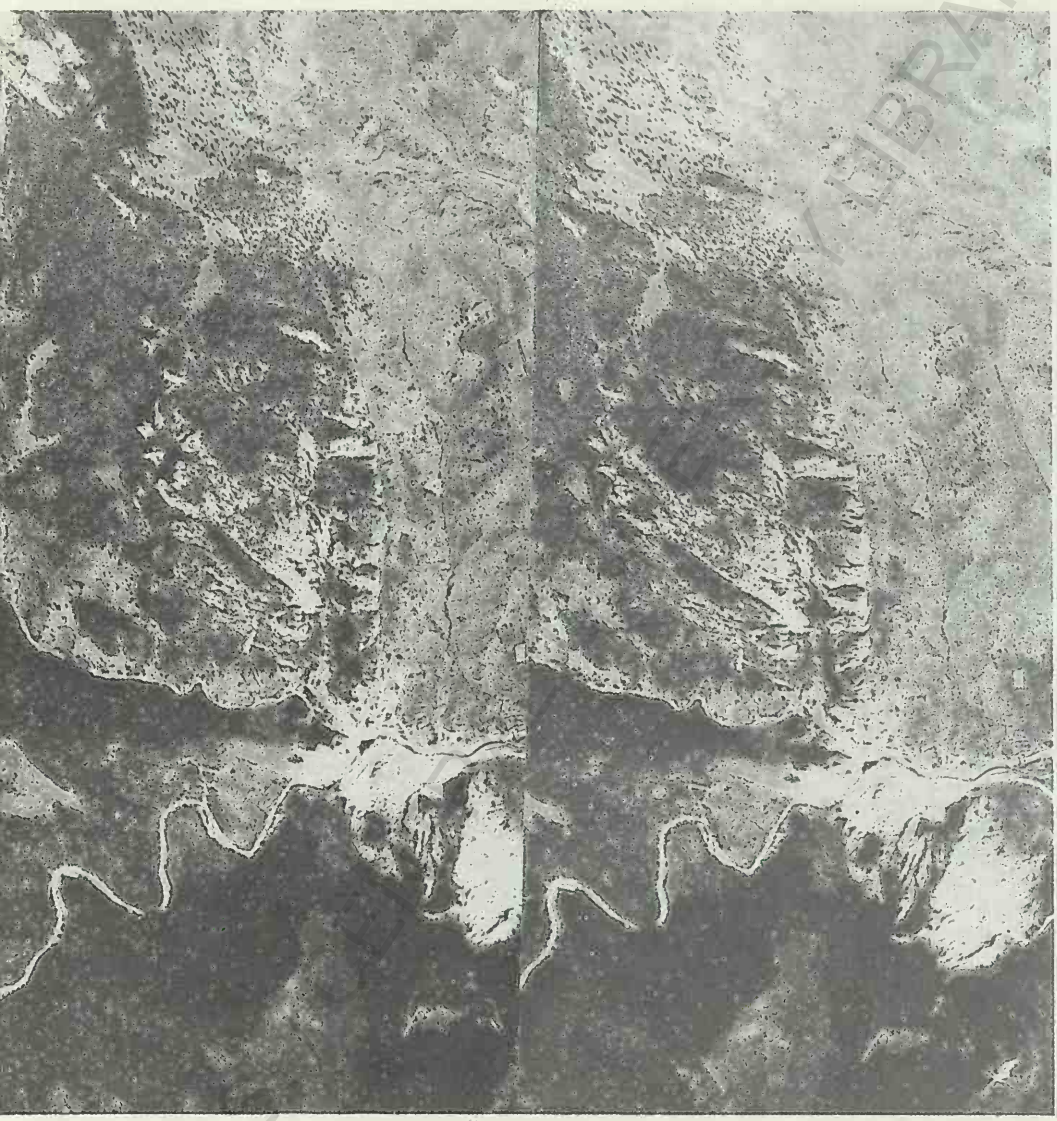
PLANȘA VII. *Vulcanul Paricutin* (Mexic). Imaginea redă clar relieful încît pot fi identificate toate părțile aparatului vulcanic. Totodată, se observă bine modul de punere în loc și de zăcămînt a maselor de roci vulcanice. Microrelieful pînzelor de lavă redă net direcția de curgere și suprapunerea unor curgeri de lavă peste altele. Conul vulcanic urcă cu peste 500 m deasupra reliefului din jur iar craterul are cca. 300 m în diametru și 50—60 m adîncime.



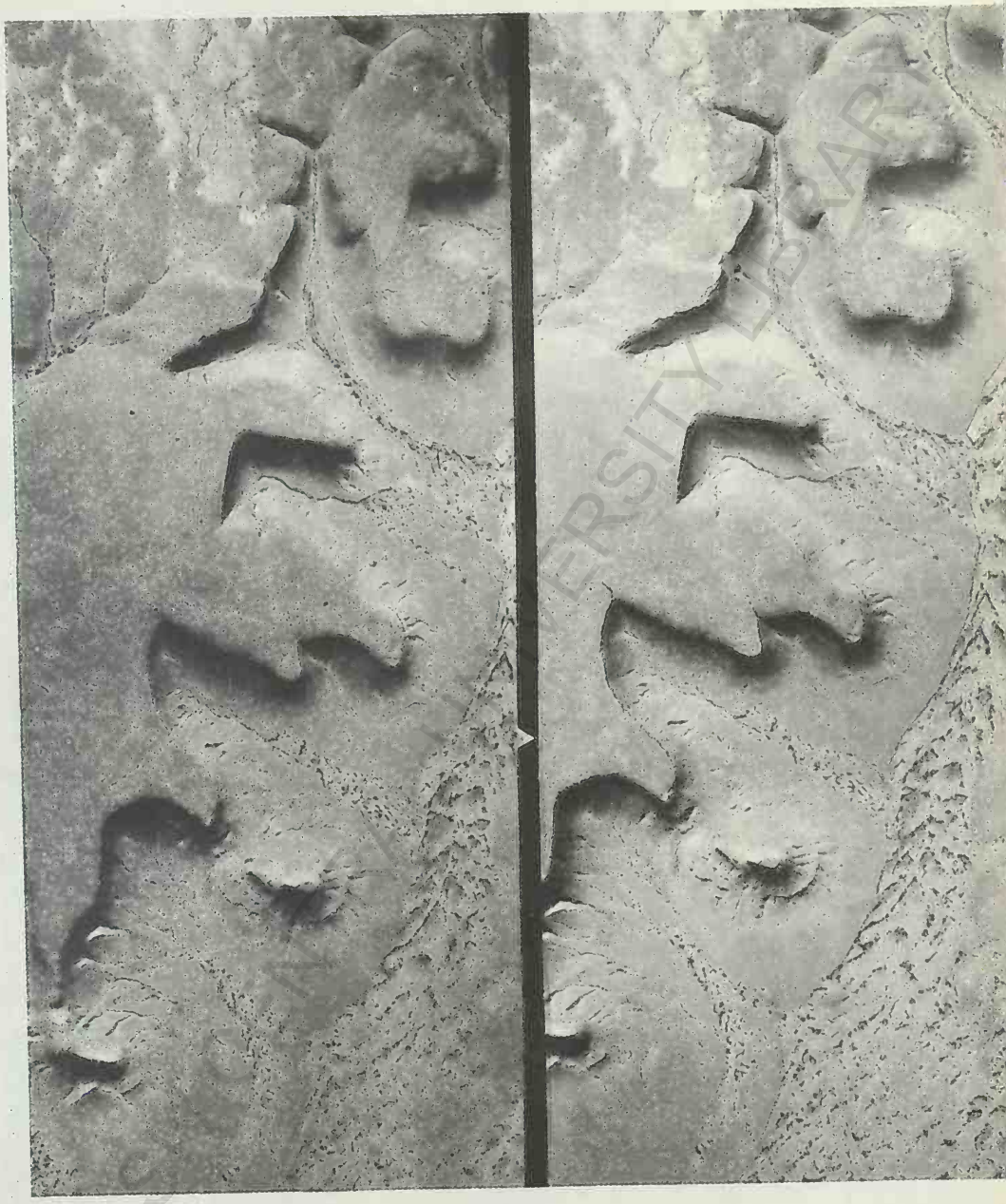
PLANȘA VIII. *Munții Bucegi.* Se vede abruptul vestic al munților Strunga și Strungulița cu înșeuarea Strunga. Abruptul reprezintă marginea sinclinalului suspendat și se observă brînele (polițe structurale) care indică direcția și înclinarea stratelor. Numeroase jgheaburi brăzdează abruptul, iar la baza lui sînt grohotișuri vaste, în general lipsite de vegetație. Denivelarea reprezintă atît o limită litologică între sedimentarul Bucegilor, reprezentat aici îndeosebi prin calcare (ton deschis), și cristalinul Leaotei cît și un contact tectonic. Se observă limita superioară a pădurii și petecele de jnepeni de pe abrupt (sus). Apare bine poteca din șaua Strunga (jos).



PLANȘA IX. *Munții Bucegi*, valea Ialomiței în aval de morena terminală din care se vede doar abruptul. Se văd Cheile Peșterii tăiate de rîu în bara de calcare al cărei capăt apare pe stînga rîului dominînd înșeuarea prin care trece șoseaua spre cabana Peștera. Înșeuarea este sculptată în marnele și gresiile moi cretacice. Apare evidentă epigenia din sectorul cheilor Peșterii. În chei, pe versantul drept, se vede intrarea în Peștera Ialomiței la care se termină brusc poteca. Spre aval de chei se vede șesul Ialomiței în micul bazin de la Padina. Versantul stîng al văii este despădurit în mare parte. În sectorul cheilor apar exemplare de zadă care se deosebesc de molid prin tonul deschis.

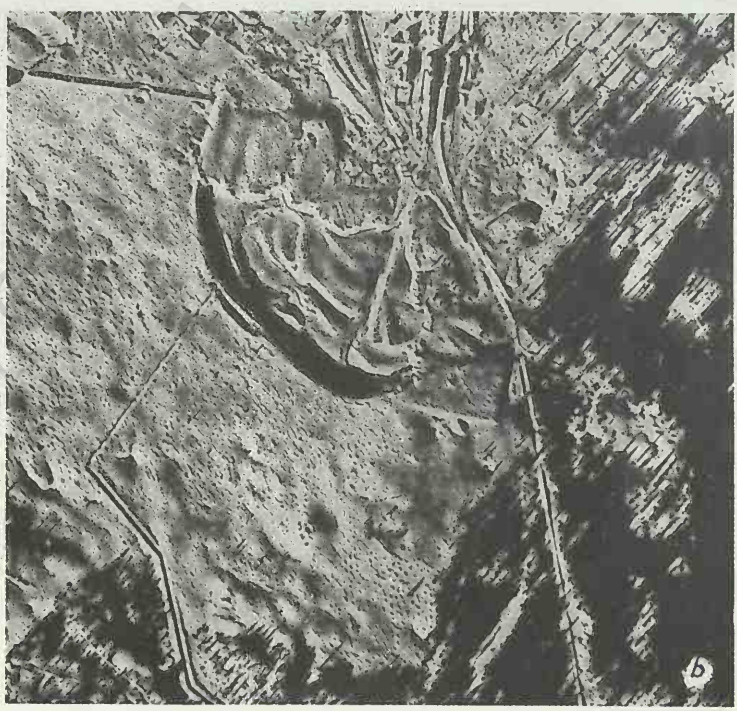


PLANȘA X. *Cheile Bicazului.* Relieful exprimă evident alcătuirea litologică. Contactul dintre calcarele și marnele cretacice este indicat de o accentuată denivelare și de abruptul calcaros. Pentru calcare sînt caracteristice Cheile Mici ale Bicazului (al căror versant drept a fost distrus în cea mai mare parte, prin exploatarea calcarelor) și Cheile Șugăului. Crestele zimțate, abrupturile, jgheaburile și stîncăriile, ca și tonul deschis indică extensiunea calcarelor. Cariera de calcar apare în ton deschis, iar în masa de calcar, dislocat, cu aspect de con de grohotiș, apar blocuri mari colțuroase. Se văd casele satului Bicaz—Chei, șoseaua asfaltată, drumurile și potecile. Pădurea de molid urcă pînă pe vîrfurile montane.



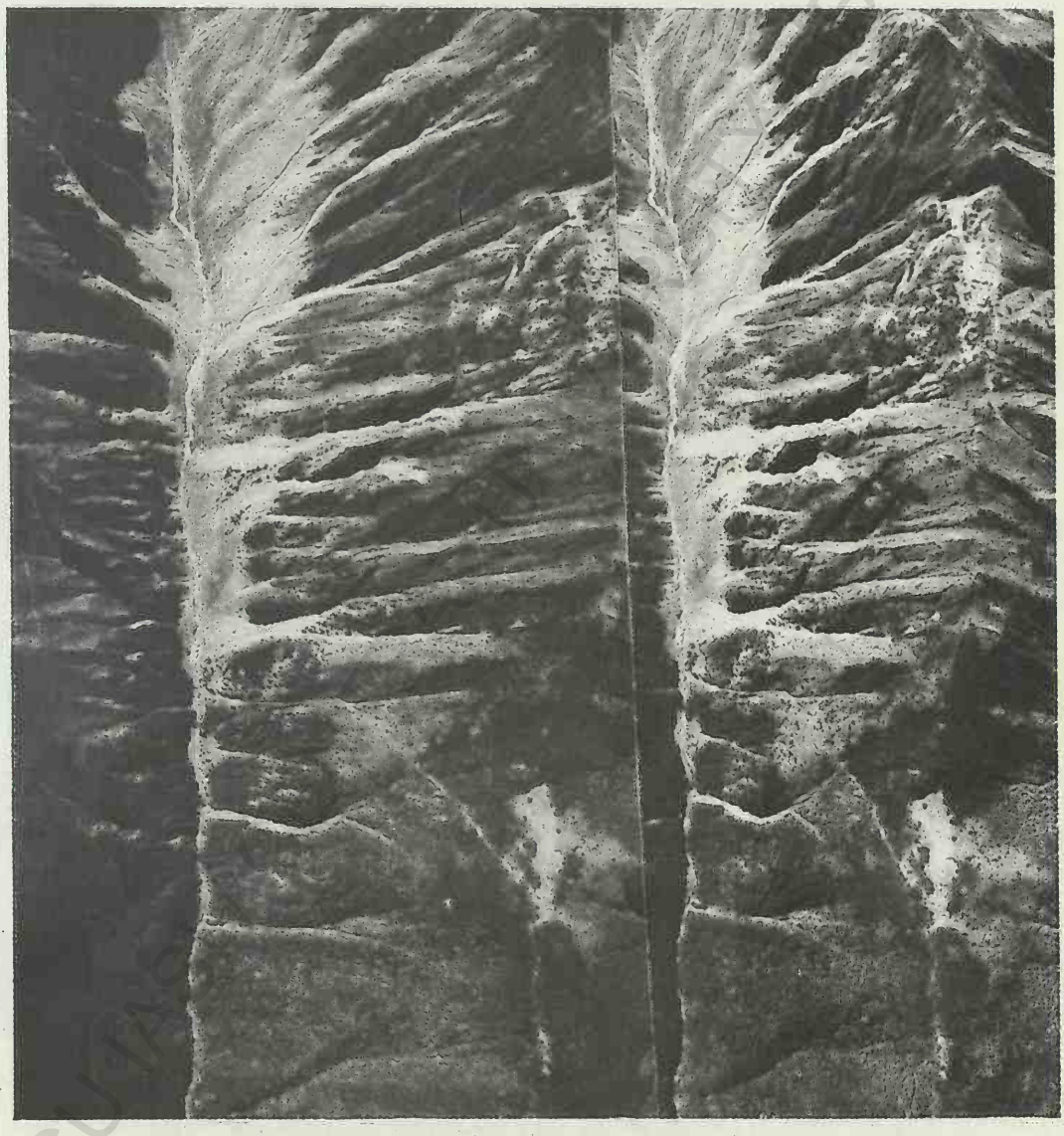
PLANȘA XI.

Rutba. (Irak). Structură tabulară exprimată în relief prin platou margini abrupte și martori de eroziune desprinși din platou și iz ca niște inselberguri. Modelarea în climă de deșert este trădată existența dunelor atît pe platou, cît și în partea joasă a relief

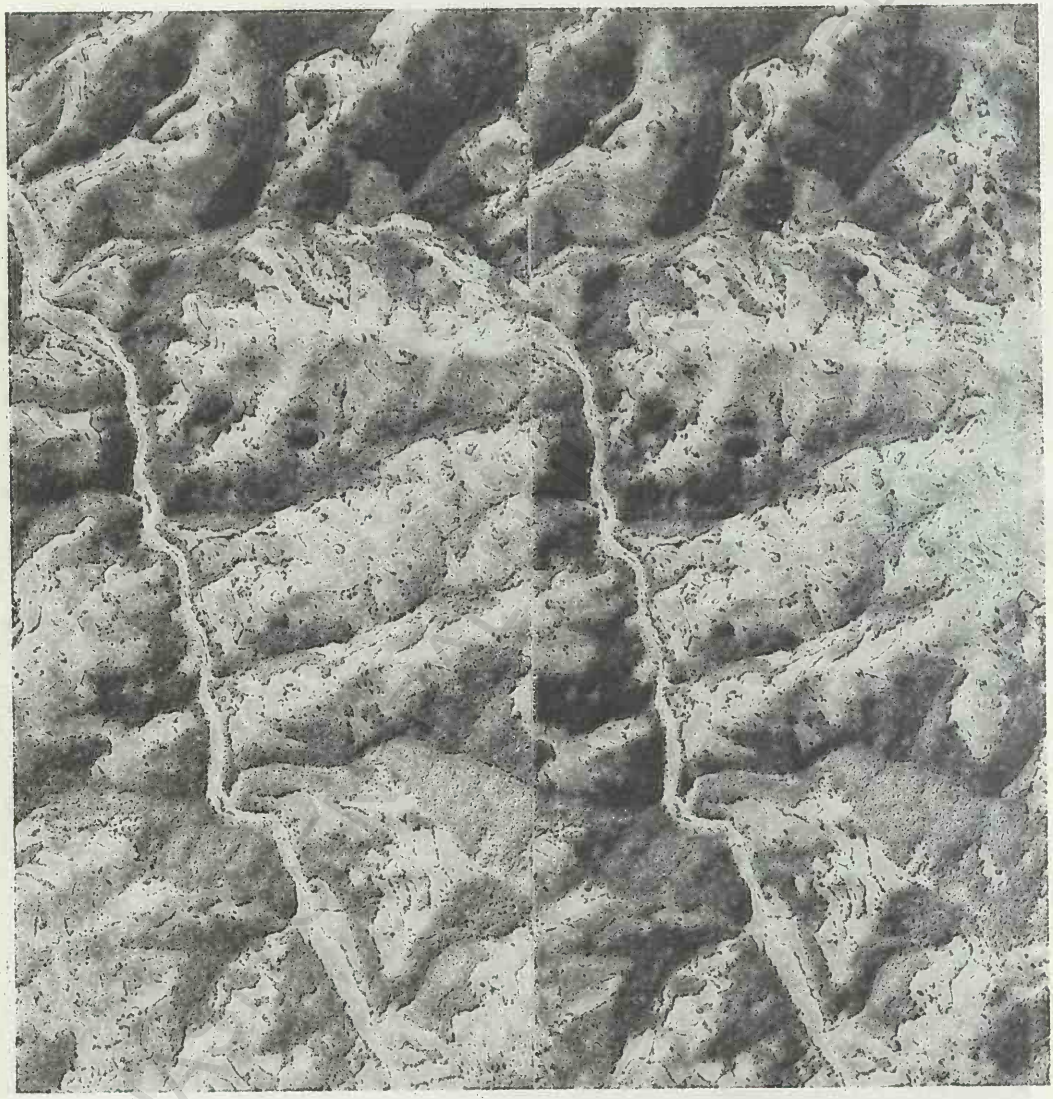


ANŞA XII.

— *Marele Erg Occiden-*
(Algeria). Cîmp de dune
ı apropiere de Platoul
demaït.
— Fotografie oblică cu
abre lungi care scot în
denţă microrelieful aco-
rit de zăpadă. Privind
ografia invers (cu um-
a în partea opusă obser-
torului) apare efectul de
eudoscopie.



PLANȘA XIII. *Munții Făgărașului.* Eroziune liniară foarte activă formînd ravene și torenți cu conuri de dejecție active. Se mai observă și degradarea pădurii de conifere spre limita sa superioară și trecerea la vegetația subalpină reprezentată prin jnepenișuri.

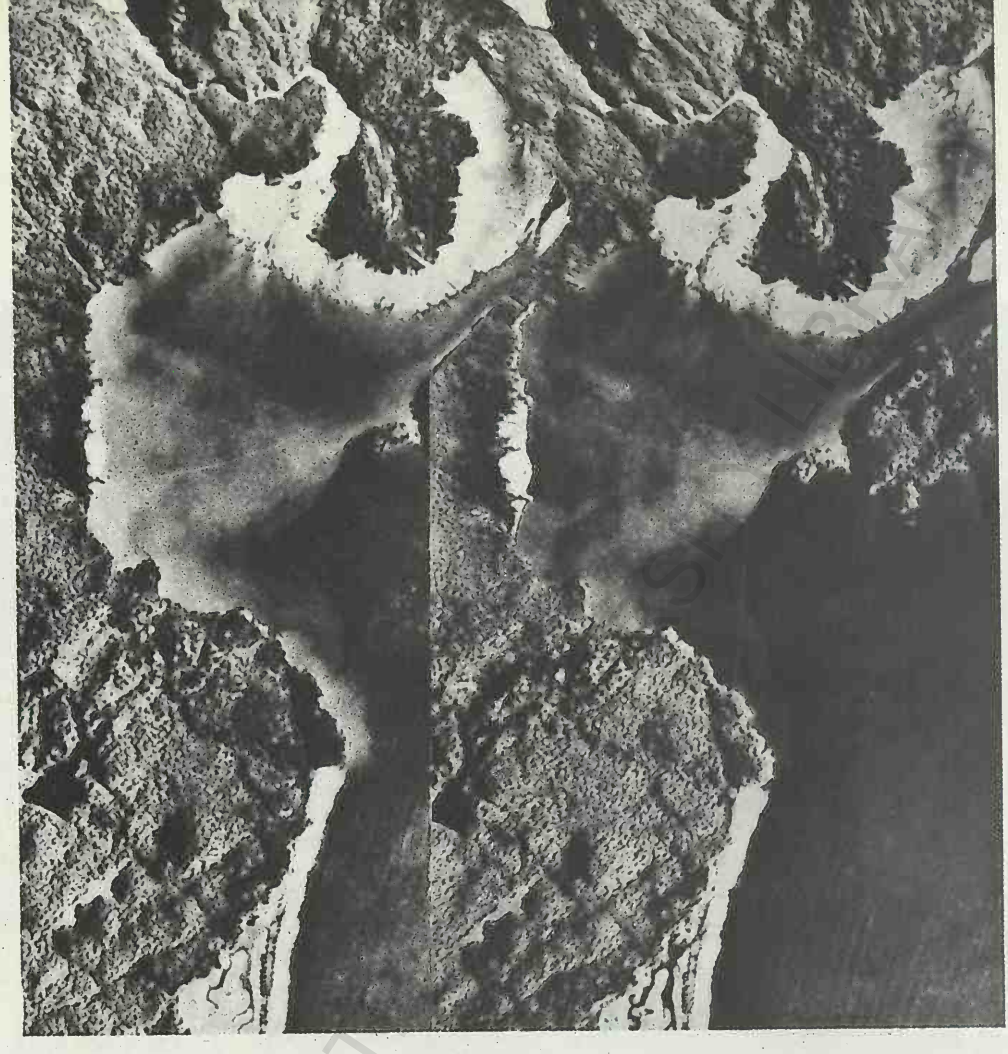


PLANȘA XIV.

Relief fluvial puternic fragmentat, modelat în roci moi, uniforme. Se vede valea principală cu versanții fragmentați în interfluvii secundare ca niște contraforturi. Intersecția versanților a transformat interfluviile în creste înguste cu înșeuări la obîrșiile văilor și torenților opuși. Pădurea de foioase s-a păstrat doar pe versanții mai înclinați, în rest fiind înlocuită cu fînețe și ogoare mici. Gospodării risipite pe creste și versanți. Aliniamente de arbori subliniază unele limite de parcele.

PLANȘA XV. *Relief fluvial.* Vale la care se observă albia minoră despletită și albia majoră care apare în ton deschis. Terasele de luncă se disting prin fruntea lor și podul care este cultivat. Versantul, în parte împădurit, în parte cultivat, este atacat de ravene ramificate (în dreapta) și de un organism torențial care construiește un mare con de dejecție (ton deschis), în parte împădurit.

BCU LIBRARY

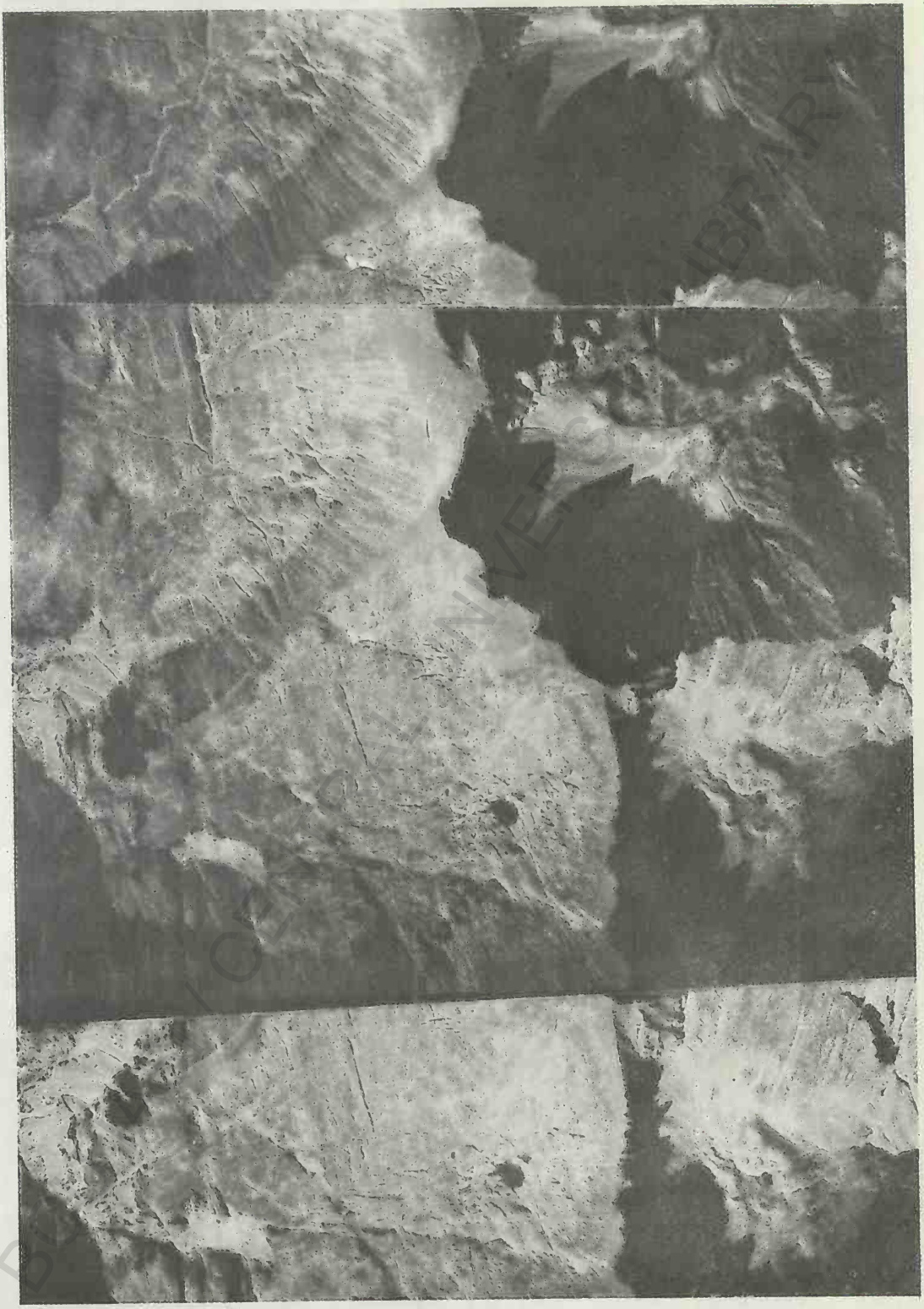


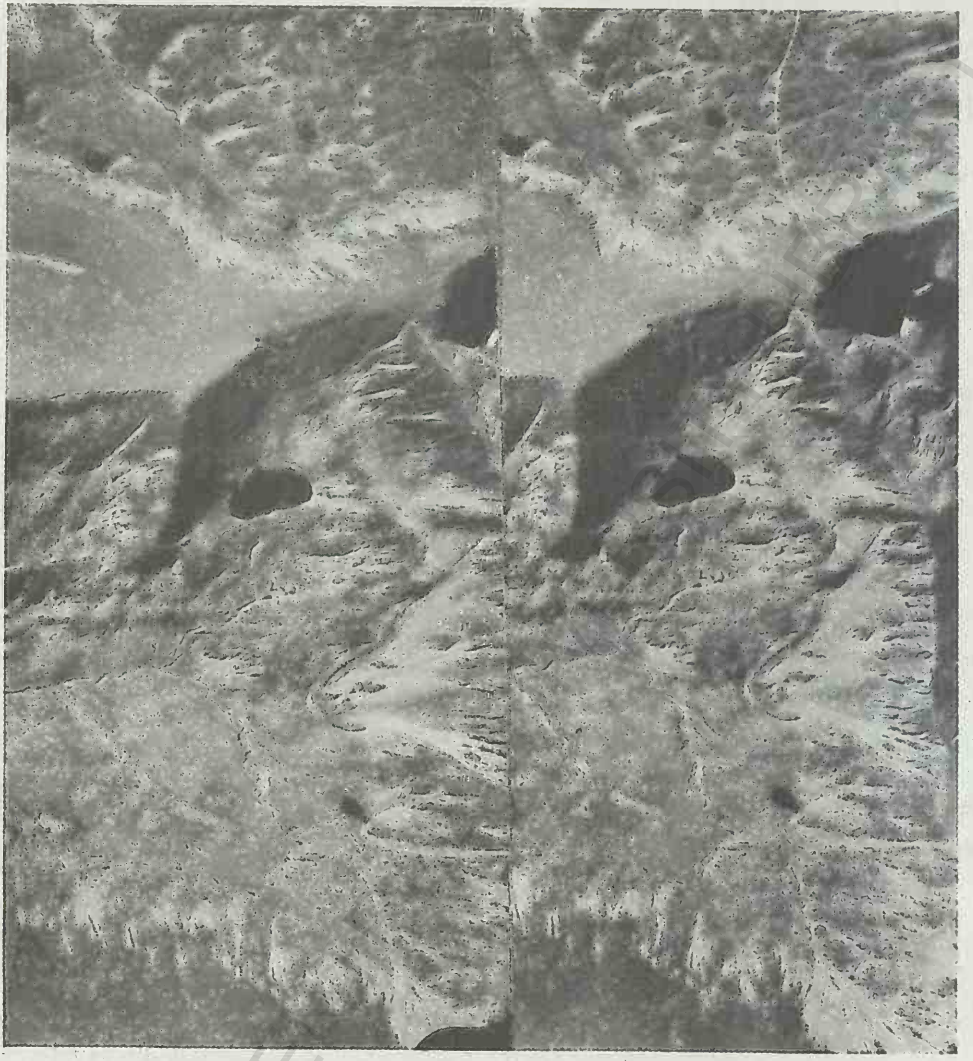
PLANȘA XVI.

Cook Inlet, Alaska (S.U.A.). Regiune de țărm înalt cu faleză, brăzdat de ravene și văi. Valea principală adăpostește un lac (alb pe fotografii) al cărui emisar străbate un sector de chei și se varsă într-un golf formînd o deltă lobată, în parte împădurită. Se vede creșterea deltei și depunerile subacvatice (tonuri mai deschise). Pe țărmul opus, mai jos de deltă, se vede o insuliță înaltă legată de țărm printr-un tombolo pe care este o clădire. În stînga imaginii este țărm înalt cu faleză activă dar în partea de jos apare o plajă care se continuă cu un cordon litoral în spatele căruia este o lagună cu două brațe înguste. Relieful montan este foarte fragmentat și acoperit cu pădure de conifere. Se observă clar dinamica sedimentelor litorale și sistemul de valuri.

PLANȘA XVII.

Munții Făgărașului. În dreapta sus apare Valea Rea, o regiune umedă, indicată prin nuanță închisă, și un prag înalt ferestruit de pîrîu. În circul glaciar din stînga apare un lac sub vîrful Gălășescu. În aval de lac, un prag glaciar cu înclinare mai domoală. Rocile mai dure (amfibolite) din sectorul lacului dau stînci ascuțite. Se remarcă lipsa depozitelor superficiale încît se observă fisuri și fracturi în șisturile cristaline iar cuarțitele apar albe și ies în relief. În aval apare un alt prag glaciar abrupt, brăzdat de jgheaburi și cu grohotișuri la bază. În dreapta jos se vede obîrșia văii Viștea cu un circ glaciar în care sînt grohotișuri și o acumulare în formă de potcoavă cu aspect de morenă glacio-nivală. În stînga se vede circul glaciar de la obîrșia văii Vîștișoara cu un lac mic, grohotișuri și potcoave nivale. Se observă două rupturi de pantă ca două praguri acoperite cu material mobil.





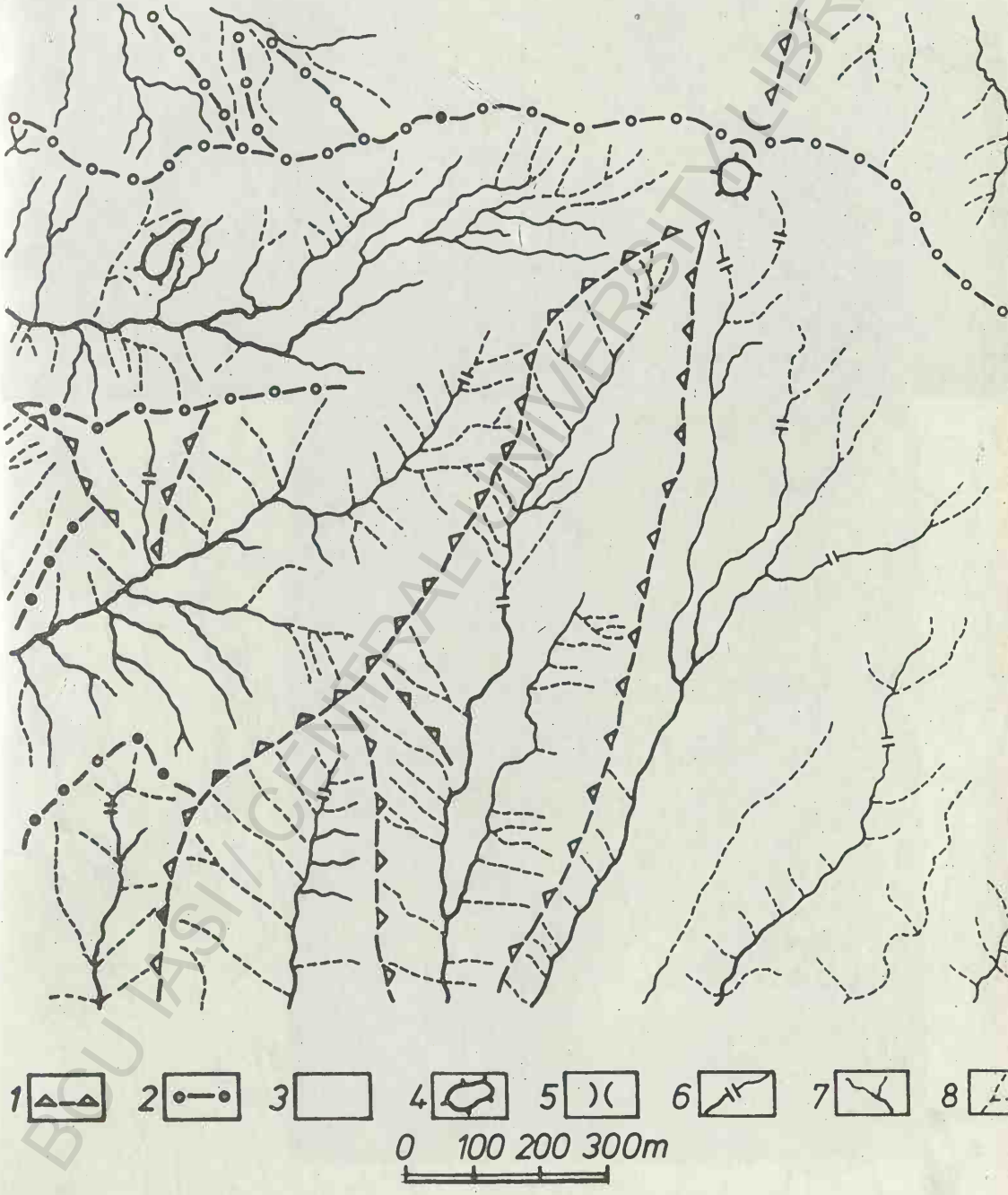
PLANȘA XVIII. *Munții Făgărașului.* În partea de sus apare valea Leaota cu un circ glaciar complex secționat de eroziunea liniară și adăpostind două lacuri (Lacurile Zîrnei). În partea de jos se vede un alt circ complex cu circuri secundare suspendate la obîrșia văii Pojorta de la est de vîrful Urlea (2 475 m). În unul din circurile suspendate apare lacul Urlea cu emisar (pîrîul Pojorta), în altul apare o potcoavă nivală alungită iar în cel de sub vîrful Urlea apar sectoare umede cu izvoare.

PLANȘA XIX. *Modelare actuală intensă în Subcarpați.* Procese de eroziune areolară (ton deschis) și eroziune lineară, formînd ogașe și ravene. Spre satul din stînga, sus, se observă ravene formate pe vechi trasee de drumuri neamenajate. Intensificarea proceselor geomorfologice a fost favorizată de despădurire. Măsuri de combatere a eroziunii prin agroterase (viță de vie).

BCU IAȘI

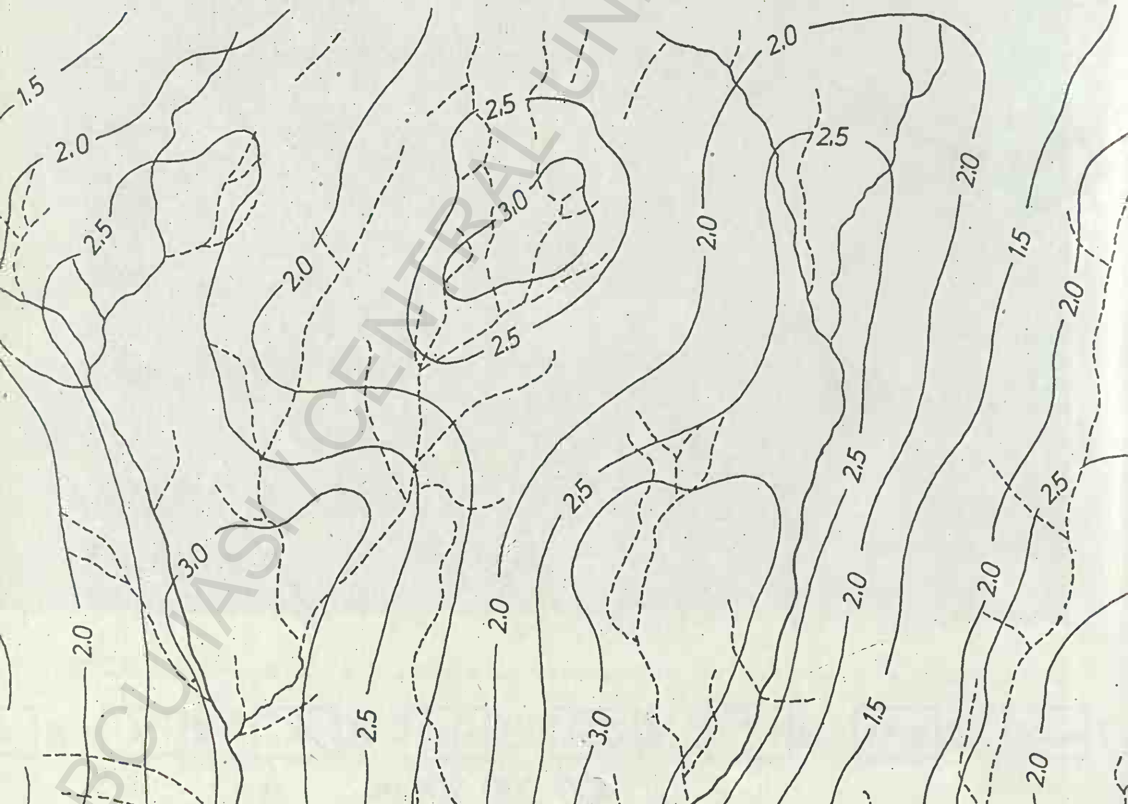
PLANȘELE XX și XXI.

Fotointerpretarea caracterelor morfografice ale reliefului: 1 — interfluvii cu aspect ascuțit (creastă); *2* — interfluvii cu aspect de culme rotunjită; *3* — versanți și suprafețe de racord; *4* — martor de eroziune cu aspect conic; *5* — înșeuare; *6* — rupturi de pantă în talveg; *7* — cursuri de apă permanente; *8* — cursuri de apă intermitente.



BCU IASI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

PLANȘA XXII



PLANȘA XXIII

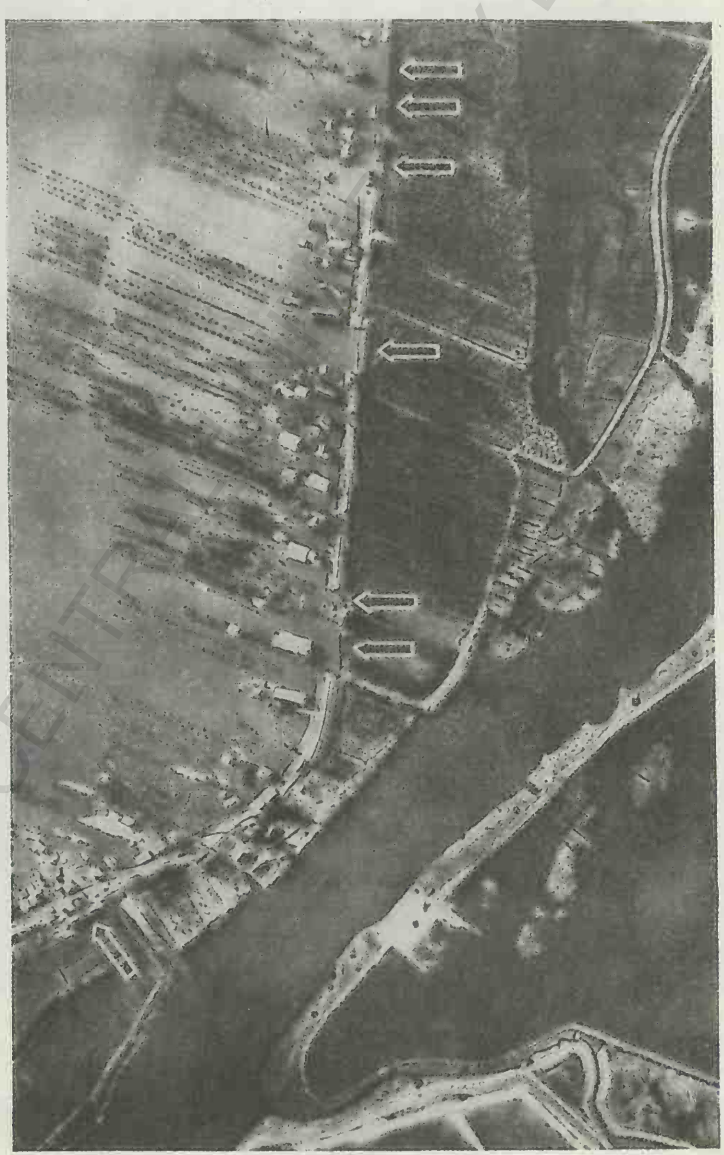
BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

PLANȘELE XXII și XXIII.

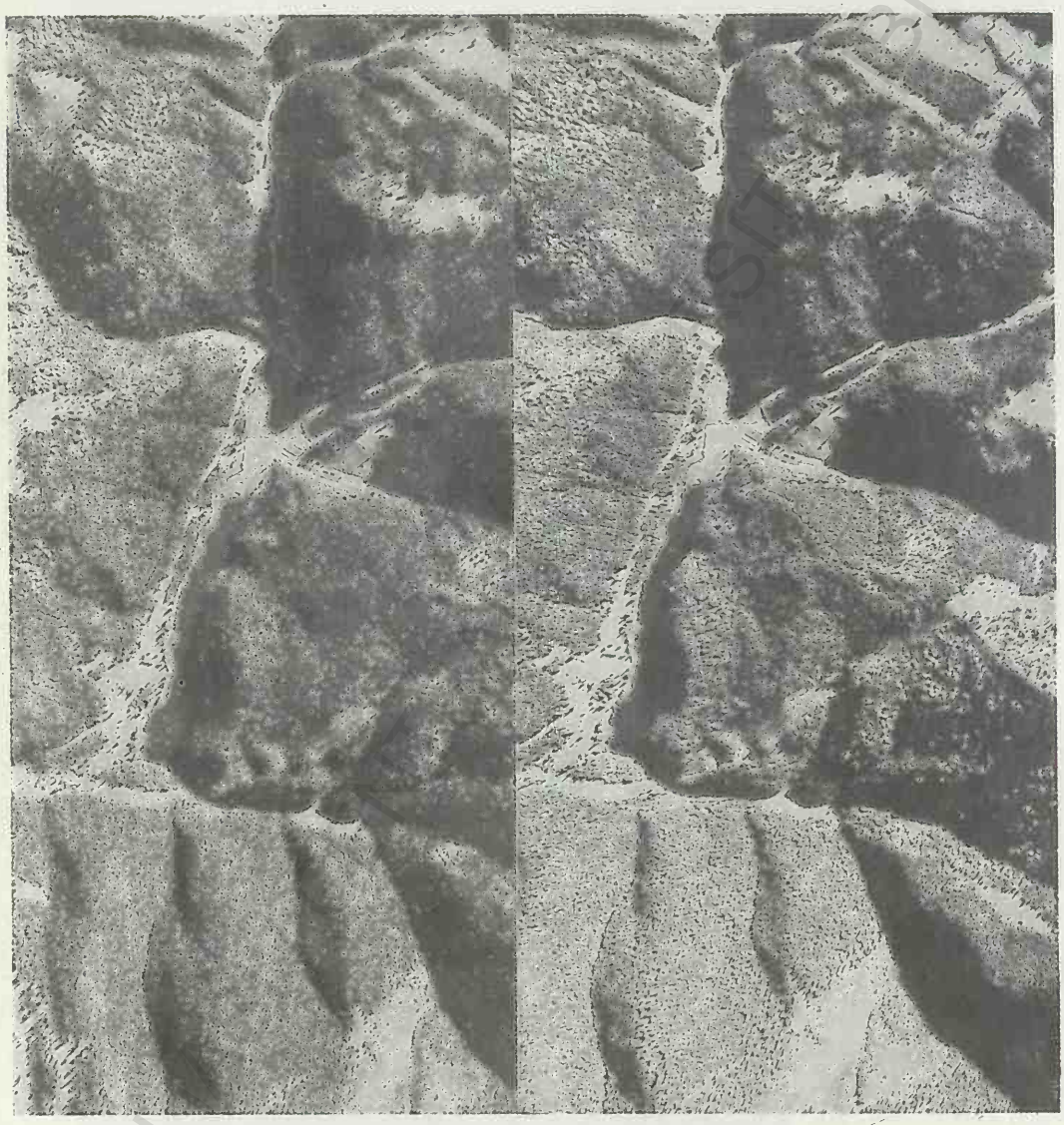
Elaborarea hărții densității fragmentării reliefului pe bază de izolinii, utilizînd aerofotograma.

PLANȘA XXIV.

Regiunea Elbei inferioare. Inundații care au afectat terenuri cultivate, livezi, căi de comunicație și așezări omenești. Săgețile indică sectoare de rupere a digului.

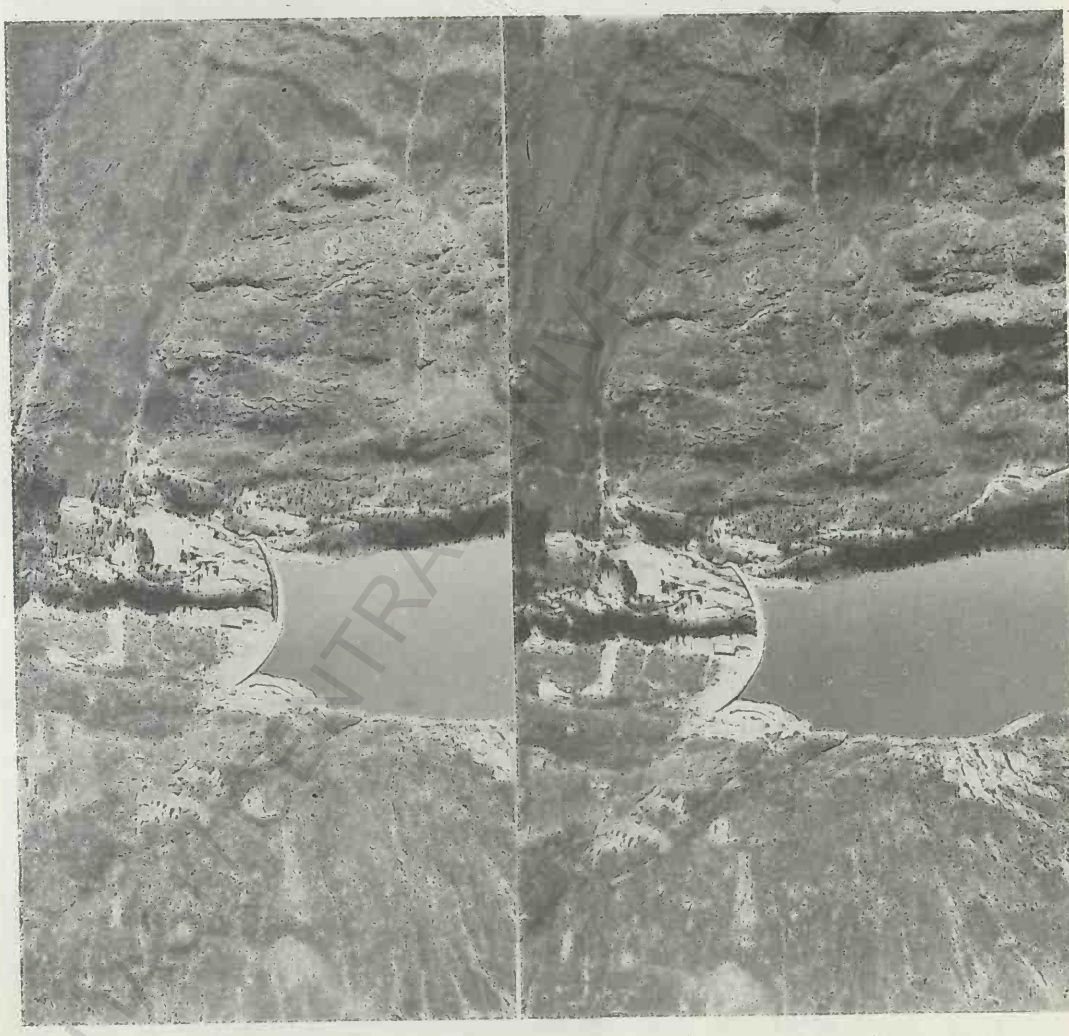


BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



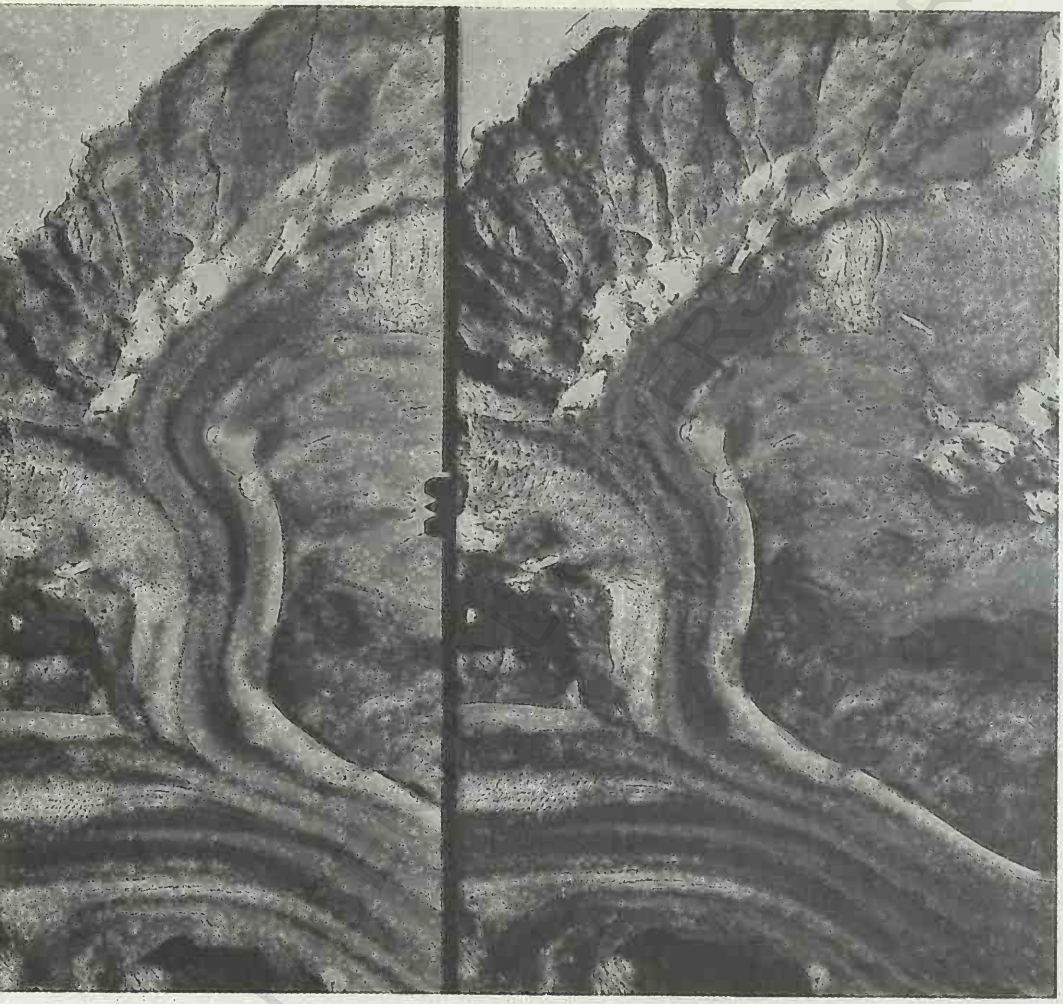
PLANȘA XXV.

Lacul Roșu. Se observă lacul cu brațul de pe valea Suhardului și barajul natural în dreapta, jos. Spre coada lacului apare sectorul colmatat și păstrăvăria de pe valea Licașului, ca și barajul artificial cu lacul din valea pîrîului Roșu. Se observă șoseaua Lacu Roșu—Gheorgheni. Domină pădurea de molid cu rare exemplare de zadă, ce apar cu ton deschis.

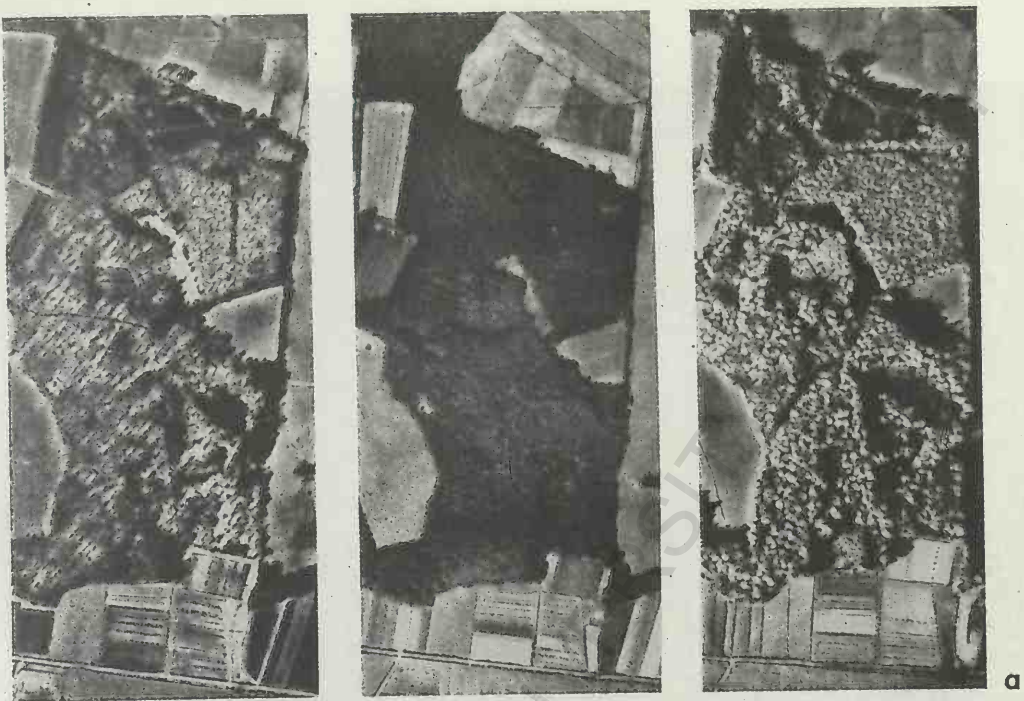


PLANȘA XXVI.

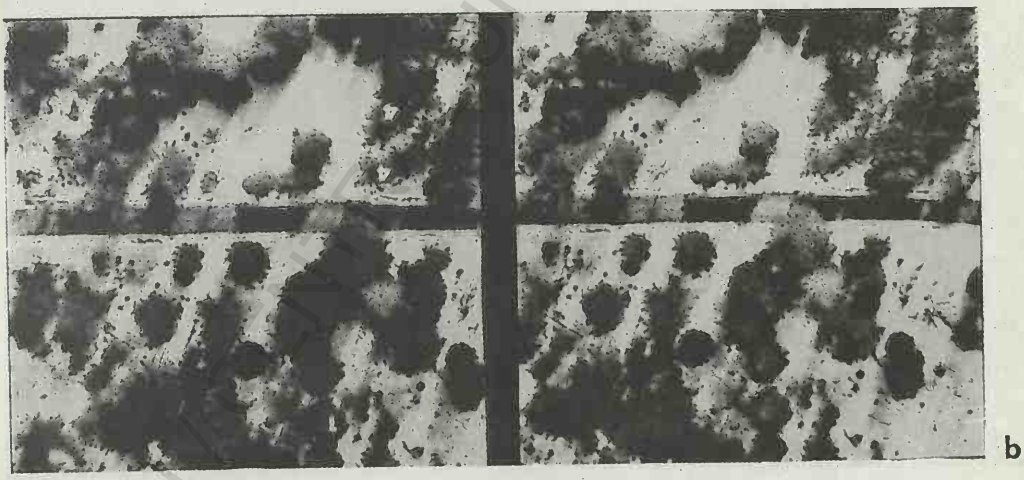
Lacul Zervreila (Elveția). Se vede barajul în arc și lacul. În aval de baraj valea este foarte adîncă și îngustă. Apare limita superioară a pădurii, vegetația de pajiști, tufișuri și stîncăriile. Grupuri de clădiri apar pe versantul drept în aval de baraj iar pe versantul sting se văd mici clădiri izolate.



LANȘA XXVII. *Z'Muttgletscher* (Elveția). În dreapta sus apare un circ glaciar cu ghețar care la trecerea peste pragul circului are crevase adînci coborînd în cascadă. Același lucru se observă la cei doi ghețari de pe latura stîngă a imaginii și la cel de pe marginea de jos. Ghețarii sînt în retragere și au lăsat morene laterale sub forma unei creste aproape continui pe stînga ghețarului ce vine din dreapta, sus (privind în sensul deplasării gheții) și o creastă în formă de L pe stînga ghețarului de jos, din stînga. Acestea sînt morene depuse. Pe limbile de gheață se observă unirea morenelor laterale ale primilor ghețari în două creste și apoi în una singură, morena centrală. După confluența cu ceilalți ghețari, apar 5 creste ale morenelor centrale care acoperă gheața complet. Versantul văii apare abrupt, cu jgheaburi de avalanșe iar sus pe culme apare stratul de zăpadă cu cornișă.



a

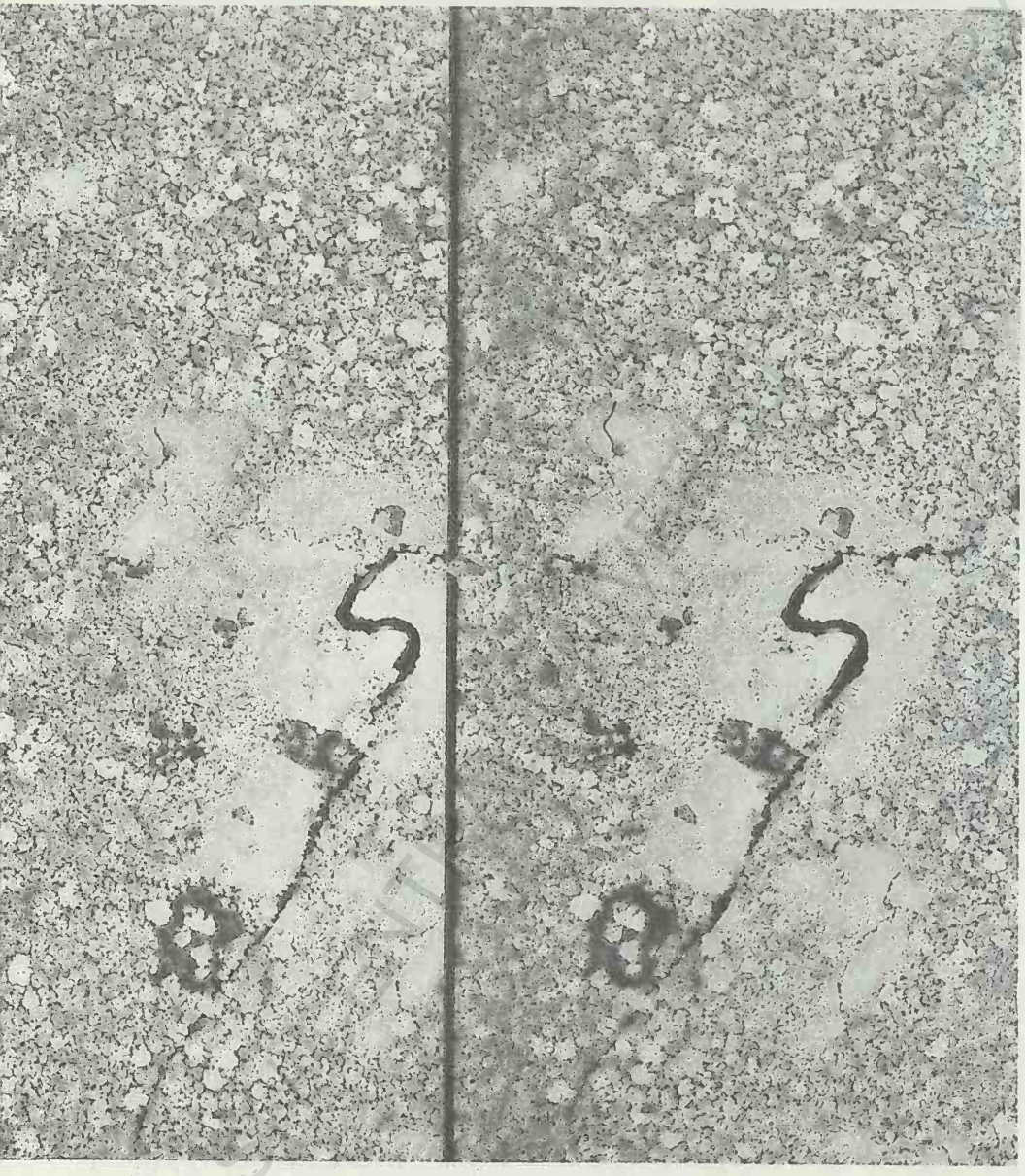


b

PLANȘA XXVIII. *a.* Sector de pădure de amestec în sezon de iarnă (stînga), vară (mijloc) și toamnă (dreapta) arătînd schimbările de aspect în funcție de fenofază.

b. Sector de pădure canadiană fotografiată iarna: 1 — *Abies balsamea;* 2 — *Pinus strobus;* 3 — *Picea glauca;* 4 — *Pinus resinosa;* 5 — *Acer saccharum;* 6 — *Betula papyrifera.*

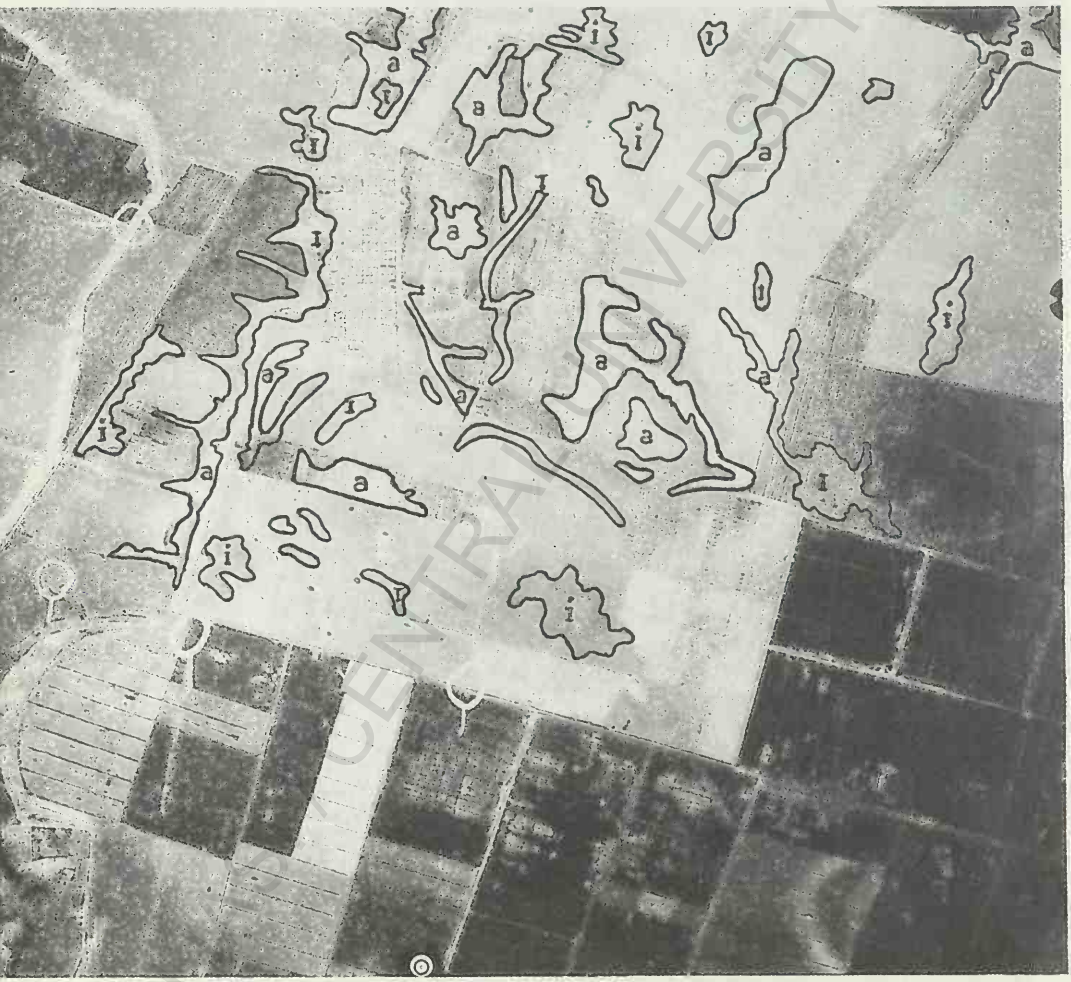
BCU IAȘI



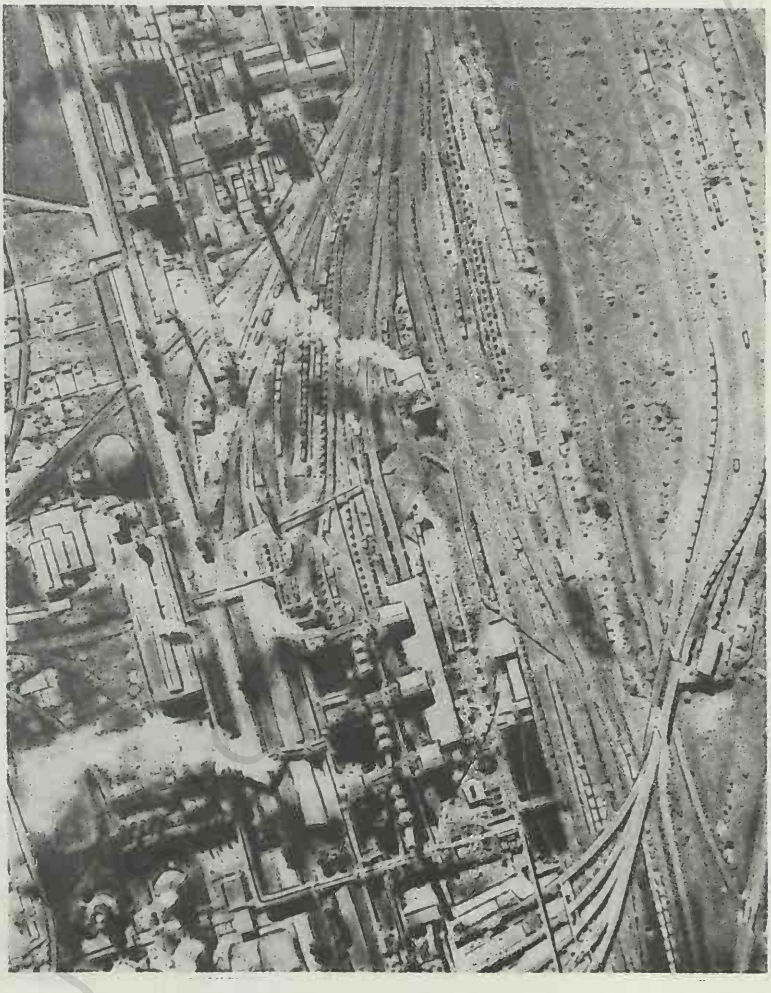
ANȘA XXIX. *Liberia.* Fotografiere cu film în infraroșu. Se observă o porțiune de pădure tropicală umedă, străbătută de un rîu principal, care primește doi afluenți. Se observă etajarea arborilor. Filmul sensibil la infraroșu redă, în tonuri diferite, diversele specii care se deosebesc și prin forma coroanei și înălțime. Se văd porțiunile de pădure distruse, prin ardere, pentru cultivare; ele apar înnegrite, cu cîțiva arbori înalți care nu au fost arși. În dreptul meandrului rîului principal, spre stînga, apare un grup de locuințe, într-o pată neagră, de la care o cărare bifurcată duce la afluentul din stînga rîului principal. Sectoarele cu tonuri mai deschise au vegetație de talie mică (pădurea fiind arsă anterior), care se instalează după părăsirea terenului de cultură.

PLANȘA XXX. *Degradarea solului prin eroziune superficială pusă în evidență prin tonul deschis.*

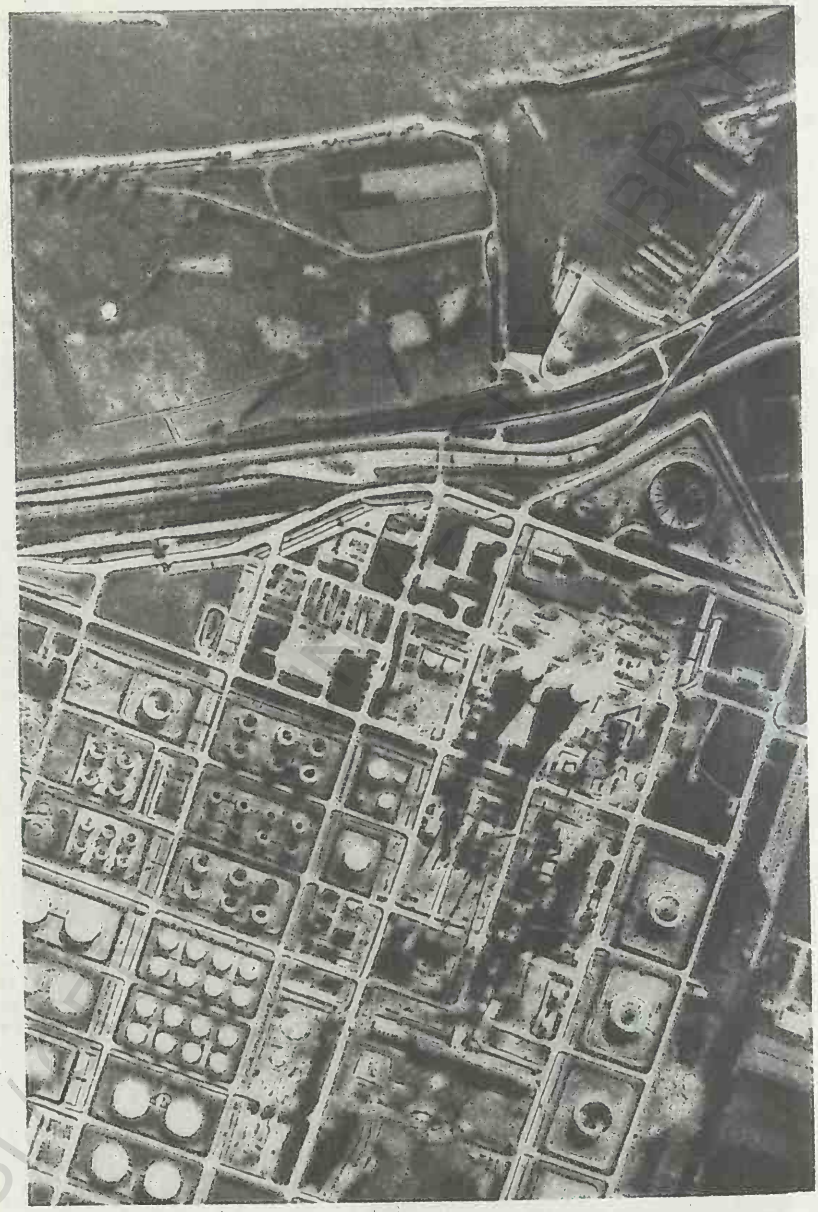
BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



PLANȘA XXXI. *Cîmpia Titu-Potlogi.* Delimitarea solurilor sărăturate incipient (*I*) și avansat (*a*), pe baza diferențelor de ton și a controlului pe teren. Se observă structura caracteristică culturilor de legume și cereale.

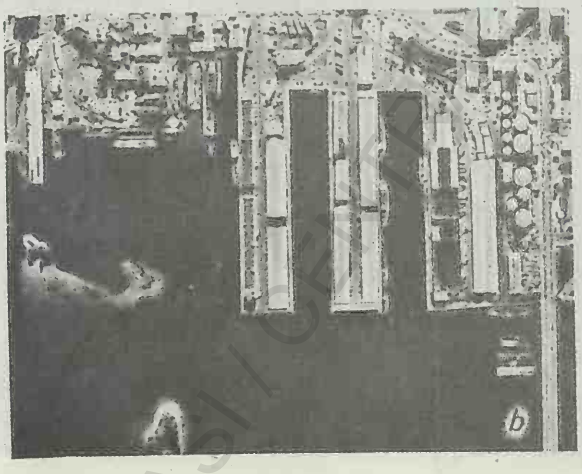


PLANȘA XXXII. *Ruhr* (R. F. Germania). Industrie siderurgică. Se văd furnalele și diferitele instalații, o cocserie și fumul degajat. Numeroasele linii ferate cu vagonete pentru transportul minereului și fondanților, precum și vagonetele-cochilii constituie indicii suplimentare.



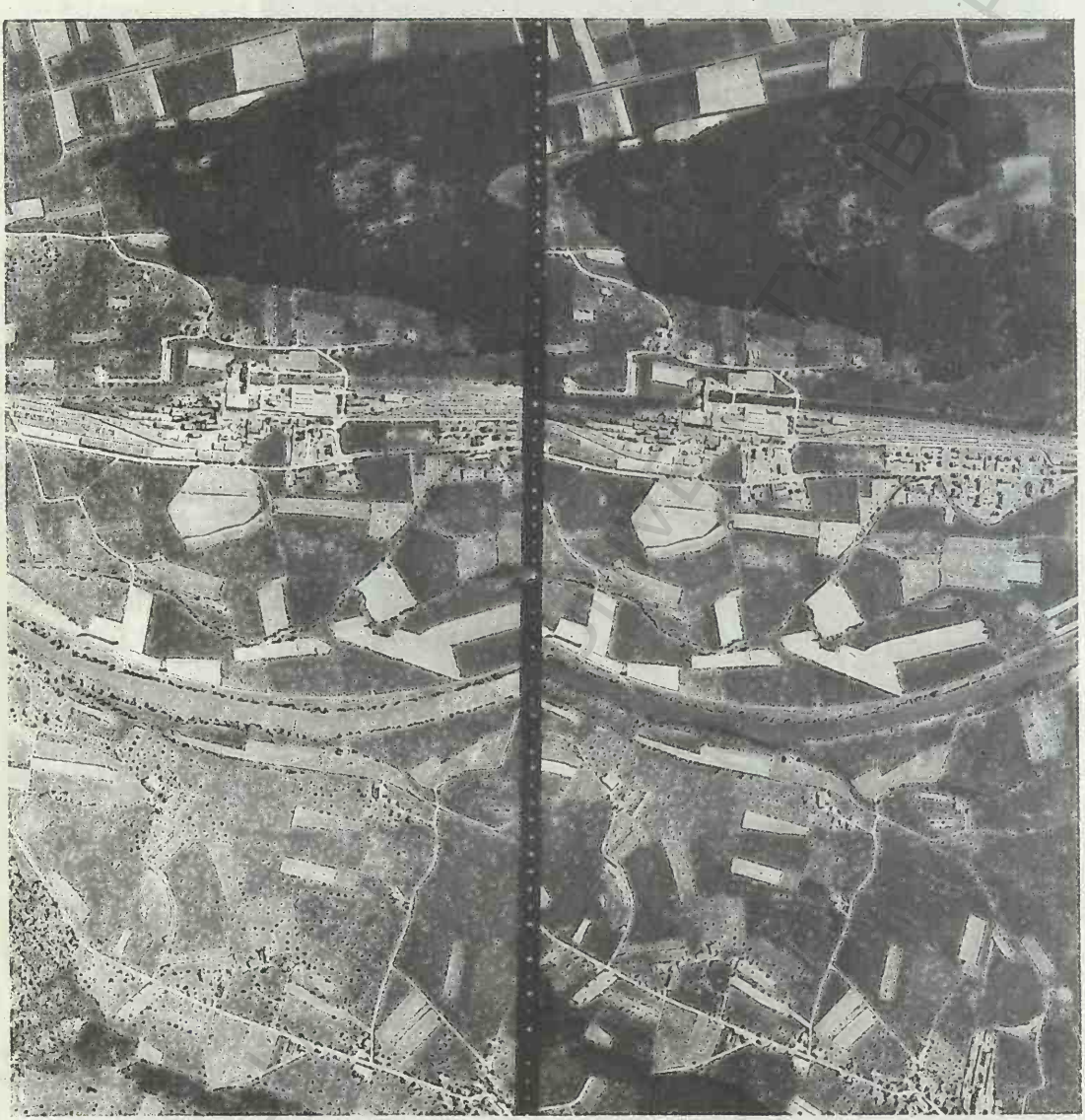
PLANȘA XXXIII. *Köln* (R. F. Germania). Rafinărie de petrol pe malul Rinului. Rezervoarele, instalațiile exterioare, fumul coșurilor, vaporii de apă de la turnurile de răcire indică tipul de industrie. La malul Rinului (în dreapta sus) se vede un mic port în care sînt ancorate vase ce servesc la transportul materiei prime și a unor produse.

BCU IAȘI

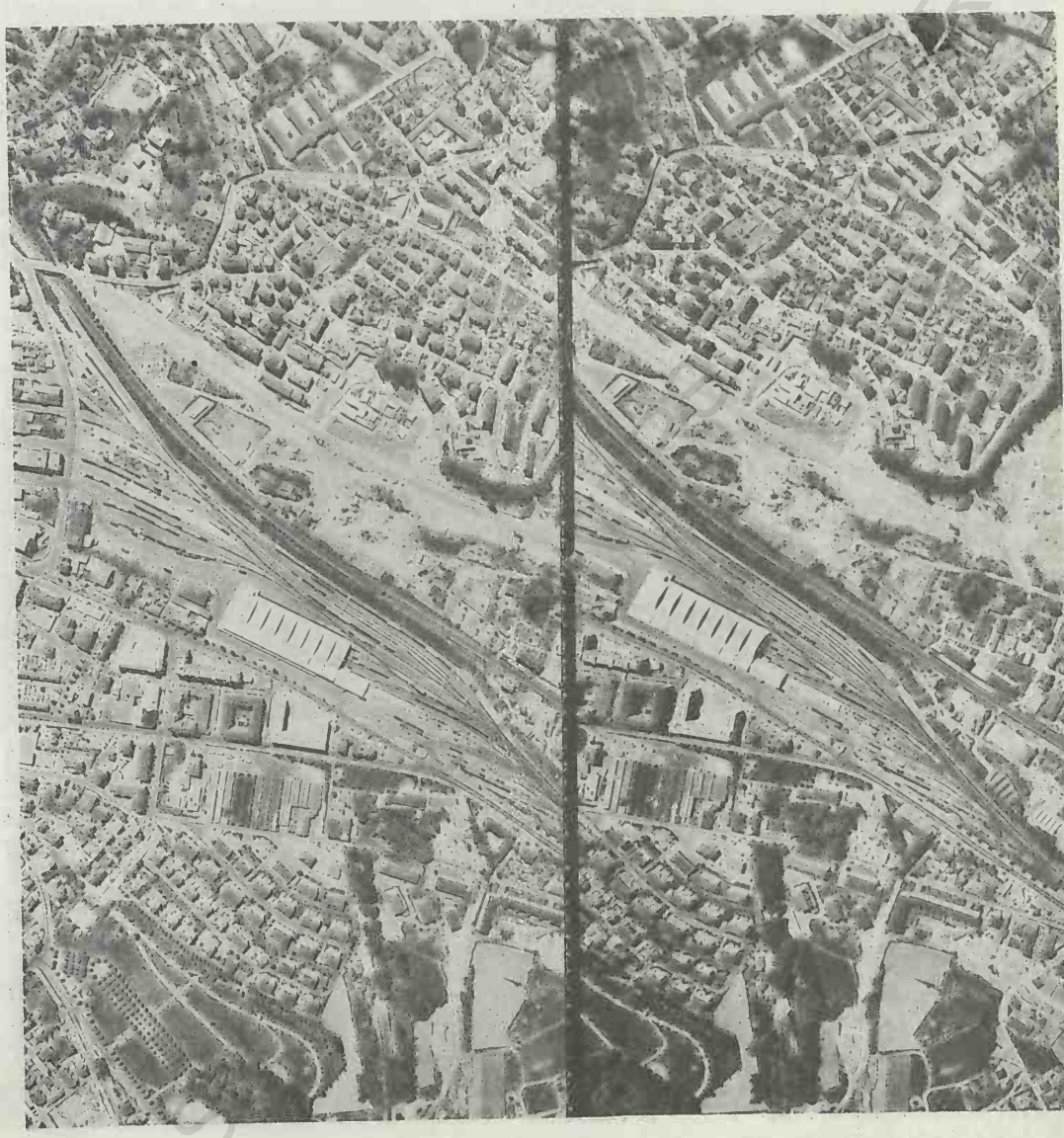


PLANȘA XXXIV. *a* — *Mönchengladbach* (R. F. Germania). Industrie textilă dispersată cu cartiere rezidențiale. Tipul halelor, în special forma acoperișului, lipsa instalațiilor exterioare, a căilor ferate și a unor depozite indică tipul industriei.
b — *Miami* (S.U.A.). Port cu dane, vapoare acostate, silozuri și rezervoare de petrol.
c — *Insula Lindau* din lacul Bodensee (R. F. Germania). Se observă șoseaua și calea ferată (în partea de jos) care leagă insula de uscat. Triajul gării se vede în partea dreaptă a insulei. Spre larg se vede portul cu micile ambarcații ancorate.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

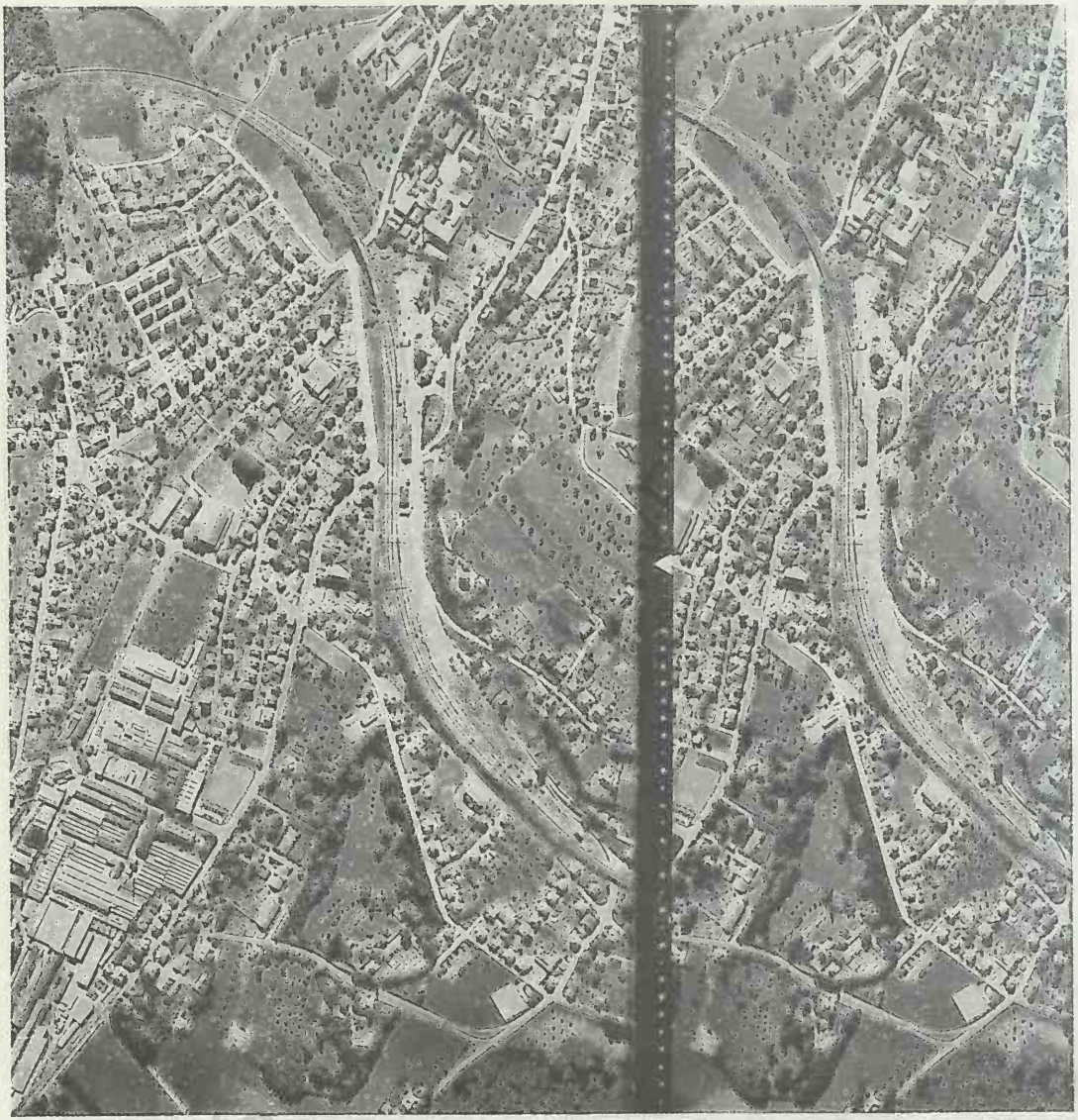


PLANȘA XXXV. *Perlen* (Elveția). Relief accidentat cu o vale principală și un rîu (în partea centrală), un interfluviu cu petecul de pădure de conifere și o vale secundară (în partea de sus a imaginii). Din rîu este deviat un canal care duce apa la un complex industrial de prelucrare a lemnului și de celuloză. Pe fotografia din stînga se vede deversarea canalului din nou în rîu. Albia rîului este jalonată de arbori. La întreprinderea industrială se văd depozitele de cherestea și material lemnos, iar la corpul central al clădirii, unele instalații exterioare. Se observă utilizarea agricolă a terenului, cu ogoare cultivate, petece de pădure de conifere și mici livezi.

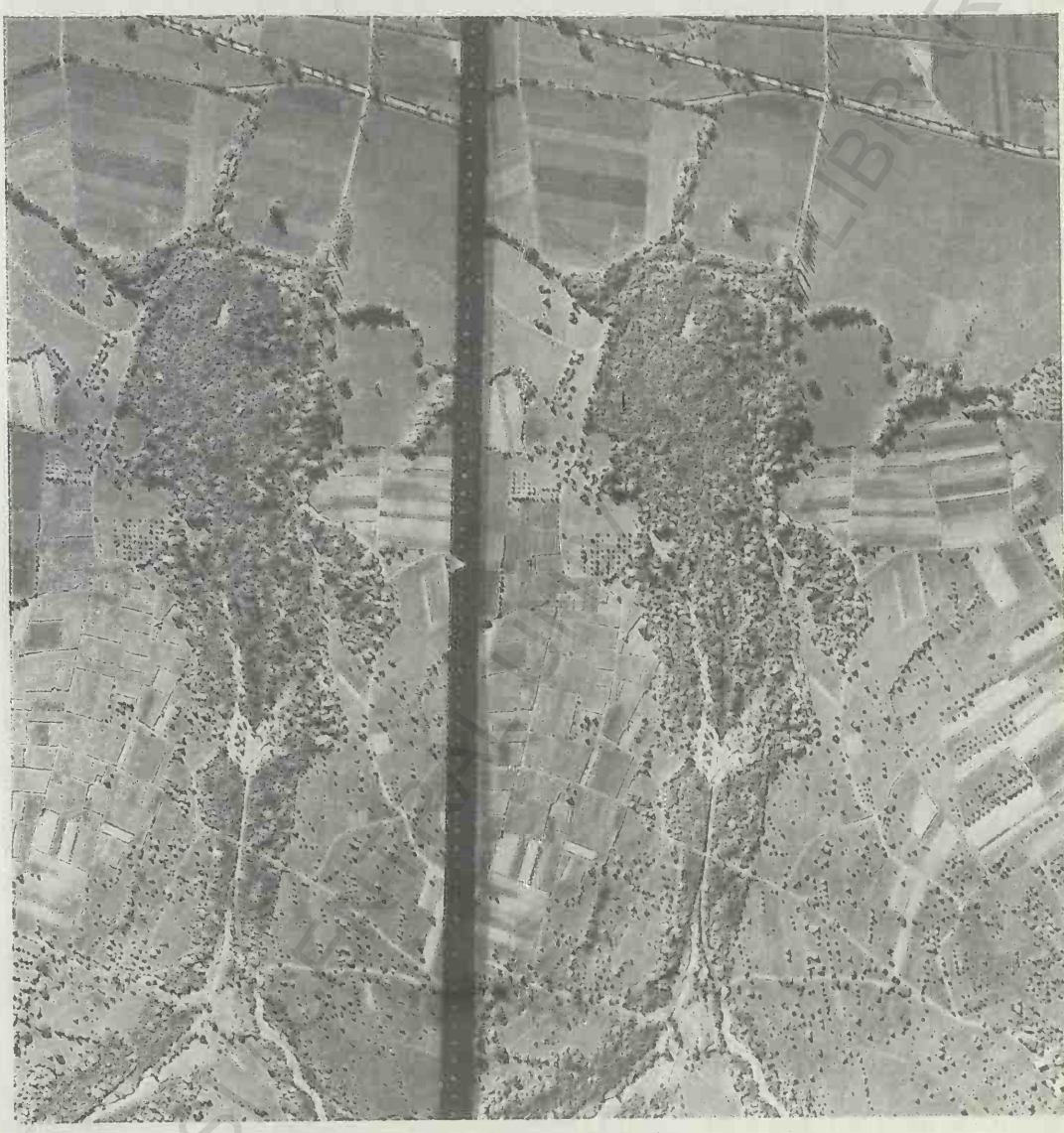


PLANȘA XXXVI.

Lausanne (Elveția). Relief accidentat, cu o vale cu terase în dreapta, sus, cu un pinten de deal oblic în partea centrală, o altă vale în lungul căreia merge calea ferată și un versant cu o ravenă în partea de jos a imaginii. Calea ferată dublă este electrificată și este dominată de un taluz plantat cu arbuști. În partea centrală apare un mare triaj cu numeroase linii pe care sînt garate garnituri de tren. Se vede și clădirea gării. Spre partea de jos a imaginii, vis-á-vis de un bloc în careu și un bloc alb și înalt, apare un depou de tramvaie, cu mai multe vagoane în curte. Se mai observă clădirile cu stiluri arhitectonice diferite, unele cu grădinițe și spații verzi.

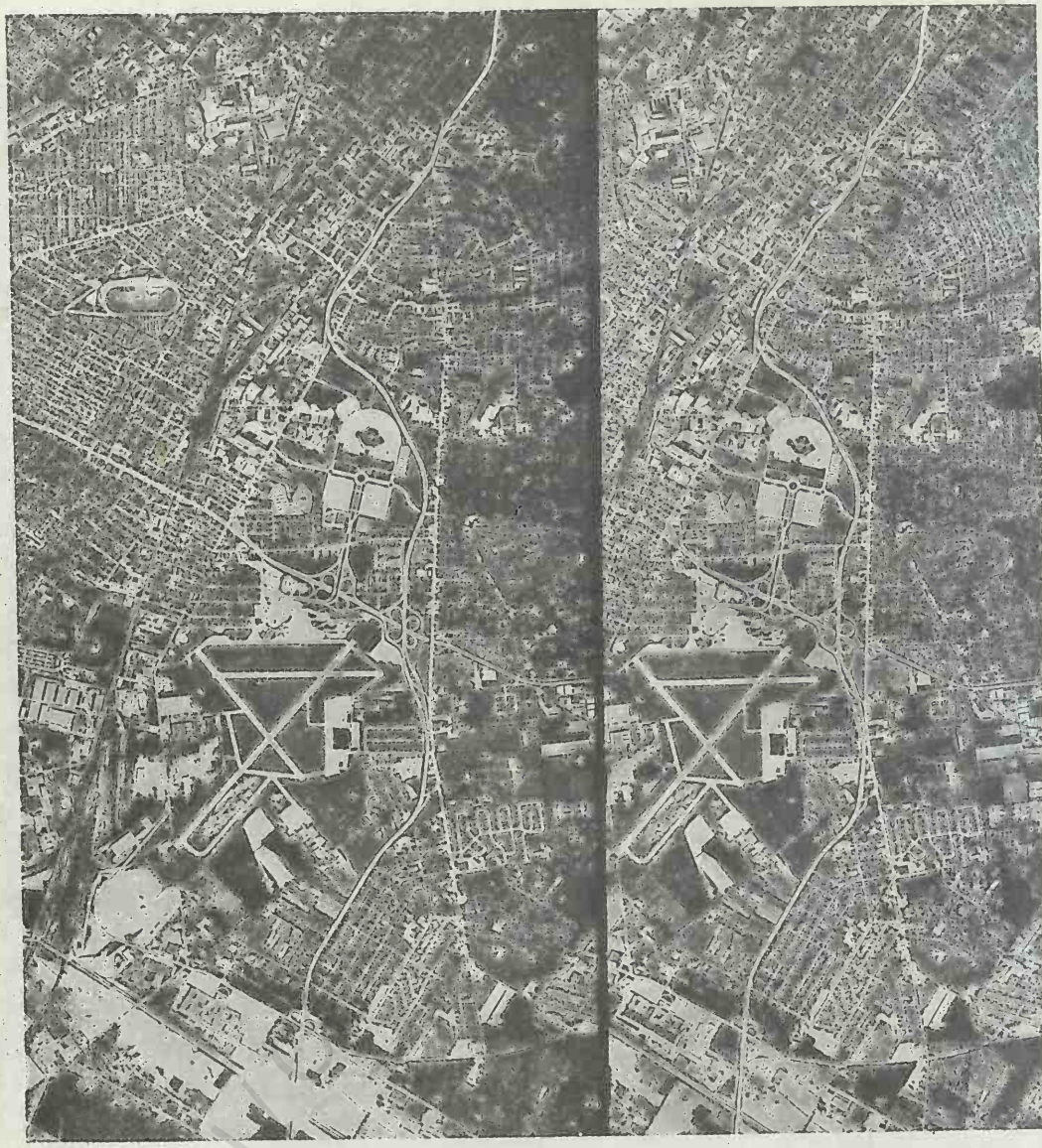


PLANȘA XXXVII. Localitatea *Uzwill* (Elveția). O vale străbate imaginea dinspre colțul din dreapta sus, spre colțul din stînga, jos. O cale ferată dublă, electrificată traversează valea peste un viaduct. Șoselele intersectează calea ferată prin pasaje subterane. Mica localitate are o tramă stradală regularizată cu case-tip care predomină. În lungul văii, în amonte și în aval de viaduct, sînt dispuse întreprinderi de prelucrare a lemnului. În colțul din stînga, jos, apare o întreprindere mai mare. Se remarcă arborii de foioase și pomii fructiferi pe versanți și culturile de plante furajere. În colțul din dreapta, jos, apare un aliniament de plopi piramidali, iar în jurul parcului din partea centrală, jos, coniferele constituie o lizieră împrejmuitoare.



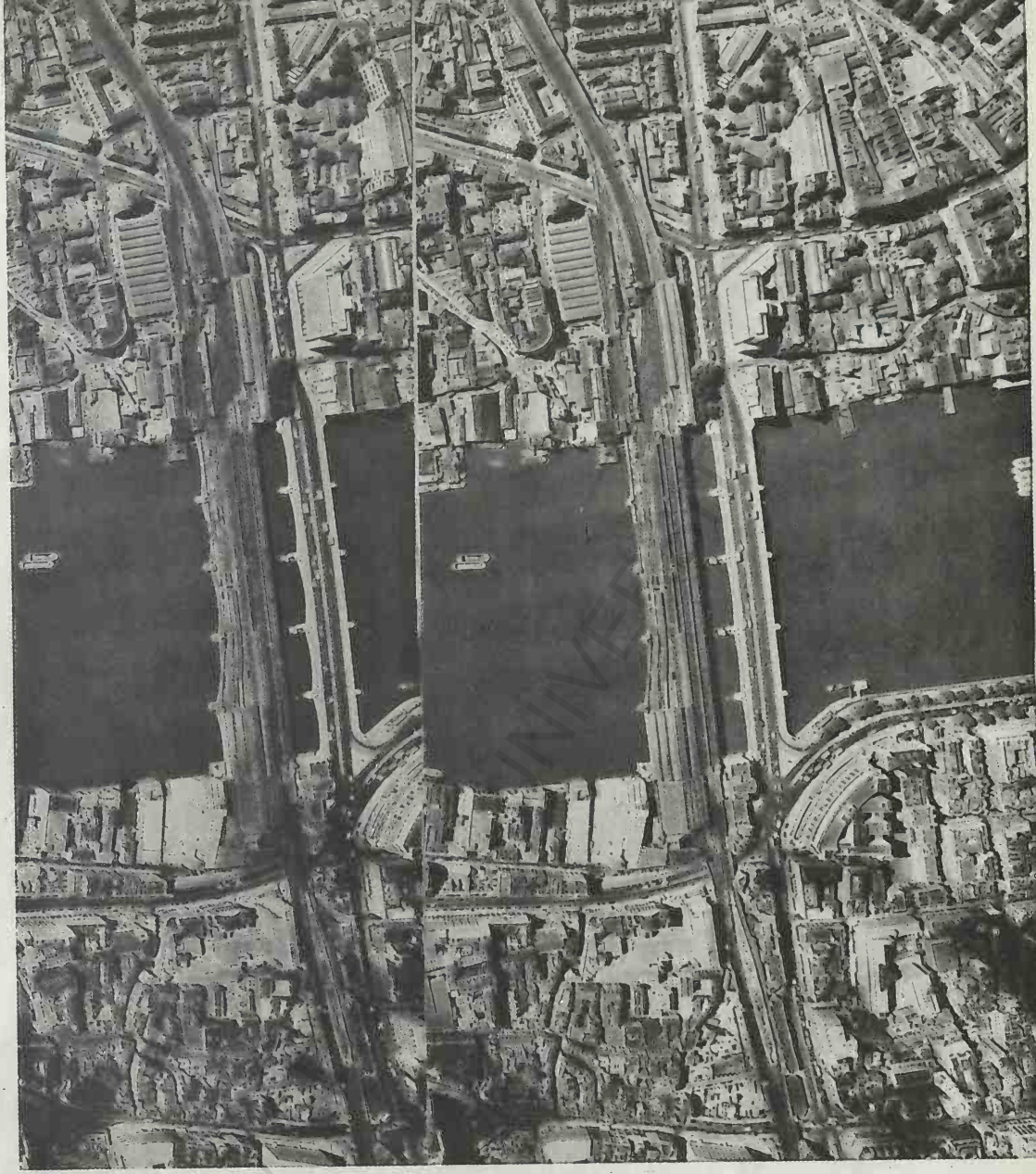
PLANȘA XXXVIII. *Maienfeld* (Elveția). Relief reprezentat prin șes și o parte din versanții văii. Eroziune liniară activă cu ravene care confluează și sînt canalizate spre aval. La capătul canalului, pe versant, se formează un con de dejecție activ (ton deschis). Sectorul ravenelor și al conului de dejecție este împădurit cu diverse specii de foioase în amestec cu conifere. Pe versant sînt arbori și pomi fructiferi izolați. Plopii piramidali, cu umbră tipică, apar în lungul șoselei de lîngă pădure. Pe versant, la stînga de ravene, apar parcele cu viță de vie. Se mai văd culturi de cereale, plante furajere și pășuni. În șes, lîngă șoseaua principală, apare o turmă de oi. În lungul șesului este o cale ferată dublă.

BCU IAȘI CENTRAL LIBRARY



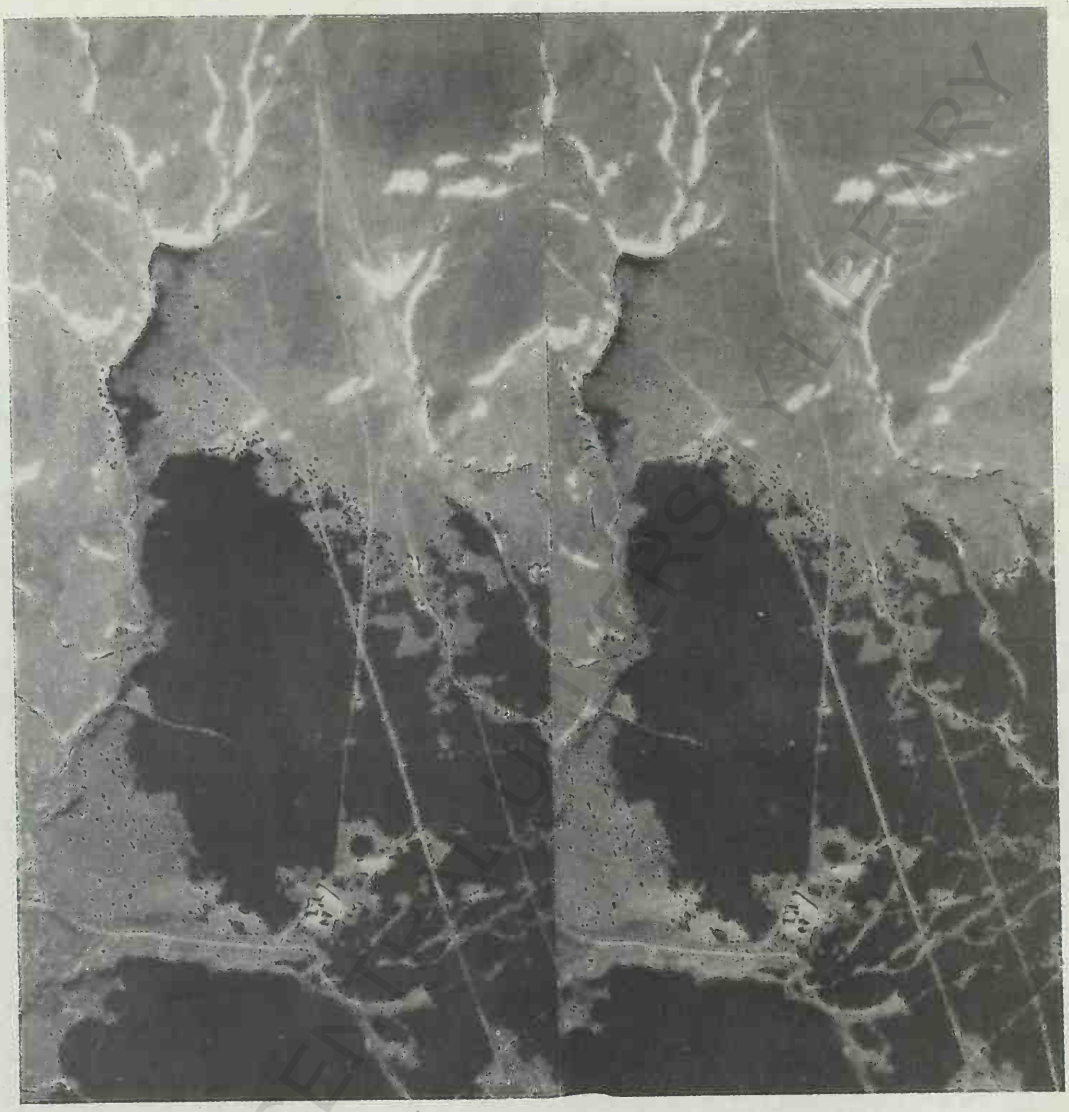
PLANȘA XXXIX. *Louisville*, Kentucky (S.U.A.). Oraș cu structură geometrică, cu predominarea locuințelor individuale. În centrul imaginii apare un aerodrom cu mai multe piste de aterizare și cu avioane la sol lîngă o clădire din marginea de sus a pistelor. Această clădire este legată prin piste auto (rutiere) cu clădirea monumentală situată ceva mai sus și care pare a fi corpul central al aeroportului. Se remarcă sistemul de autostrăzi care se întretaie în colțul din dreapta, sus, al pistelor de aterizare. În stînga, ceva mai jos de clădirea principală a aeroportului, apare un cinematograf în aer liber în forma unui sector de cerc. La stînga aeroportului apare o mare întreprindere industrială cu degajare de fum. Spre marginea stîngă a imaginii apare o cale ferată cu un triaj cu multe vagoane.

BCU IAȘI



PLANȘA XL.

Londra (Marea Britanie). In partea centrală apare Tamisa care curge spre stînga, după cum arată și turbioanele create de picioarele podului Blackfriars. Podul din dreapta este mai nou și este destinat traficului rutier; cel din stînga servește pentru calea ferată, pe el fiind instalată și o parte din gara Blackfriars (spre partea de jos a imaginii). În fața gării apare Queen Victoria Street, pe deasupra căreia trece calea ferată pe viaductul Holborn. Paralel cu calea ferată se observă New Bridge Street. În partea de jos este strada Ludgate Hill, care duce la catedrala St. Paul, din care se vede numai o turelă, în colțul din stînga, jos. Pe dreapta Tamisei se continuă calea ferată pe viaduct și paralel cu ea Blackfriars Road intersectat de Southwark Street. Pe Tamisa se văd șlepuri, bărci și debarcadere pe malul drept. În aval de calea ferată apare o întreprindere cu coș înalt și cu elevator, care pare a fi din industria morăritului. Pe dreapta lui Blackfriars Road, între arbori, apare o clădire în stil mai modern. Se observă bine clădirile cu diverse stiluri arhitectonice, locurile de parcare, circulația intensă a autovehiculelor.



PLANŞA XLI. *Akaide* (Japonia). Aşezare minieră cu structură geometrică, deşi se află pe un relief accidentat. Se observă haldele de steril care încep de la gura minei. În preajma rîului se observă staţia de spălare şi sortare a cărbunelui.

PLANŞA XLII. *Munţii Bucegi.* Cabana Piatra Arsă, cu sala de sport. Se observă suprafaţa acoperită cu jnepeni, platoul structural şi o parte din abruptul estic. La stînga, valea Izvorul Dorului.

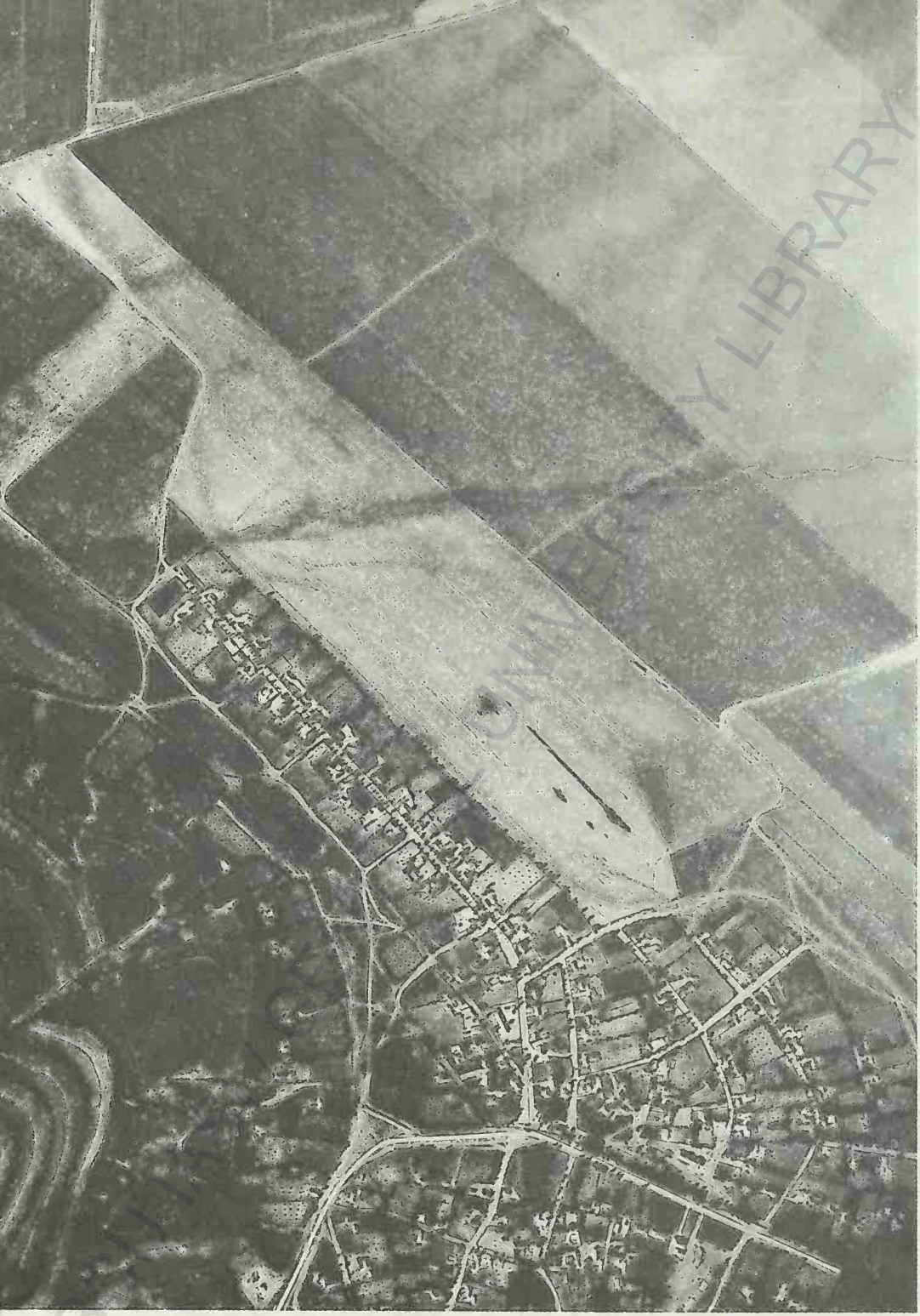
BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

PLANȘA XLIII.

Cheile Bicazului în sectorul de vărsare a Bicăjelului. Se observă șoseaua în serpentine, tunelul (întreruperea șoselii), Turnul Bardosului.

PLANȘA XLIV. *Așezare rurală în Depresiunea Făgărașului.* Se observă structura neregulată a vetrei vechi, cu tendință de geometrizare în partea mai nouă (stînga sus). Clădiri masive, foarte apropiate între ele. În stînga, jos, gara cu garnituri de tren. În dreapta, sus, sectorul zootehnic cu grajduri și depozite de furaje.

BCU

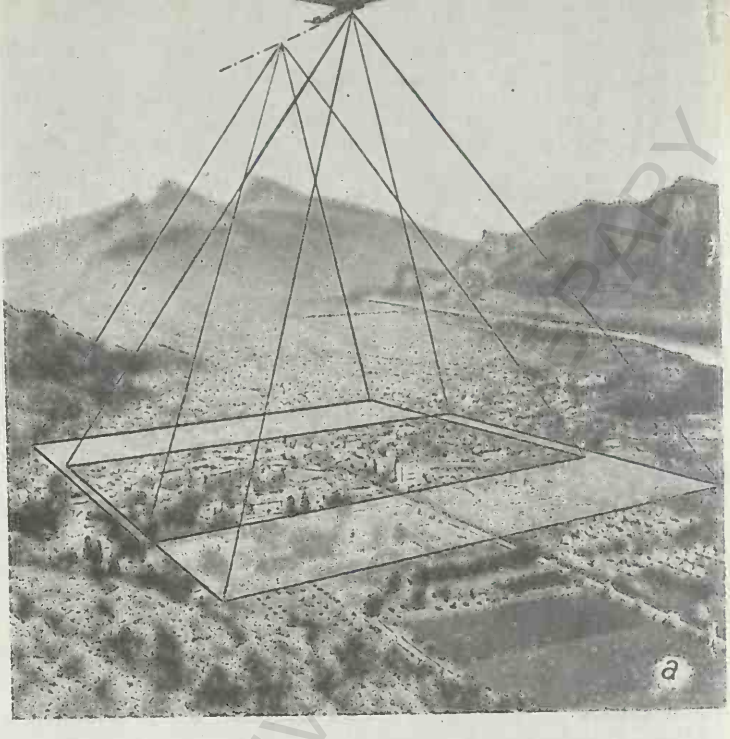


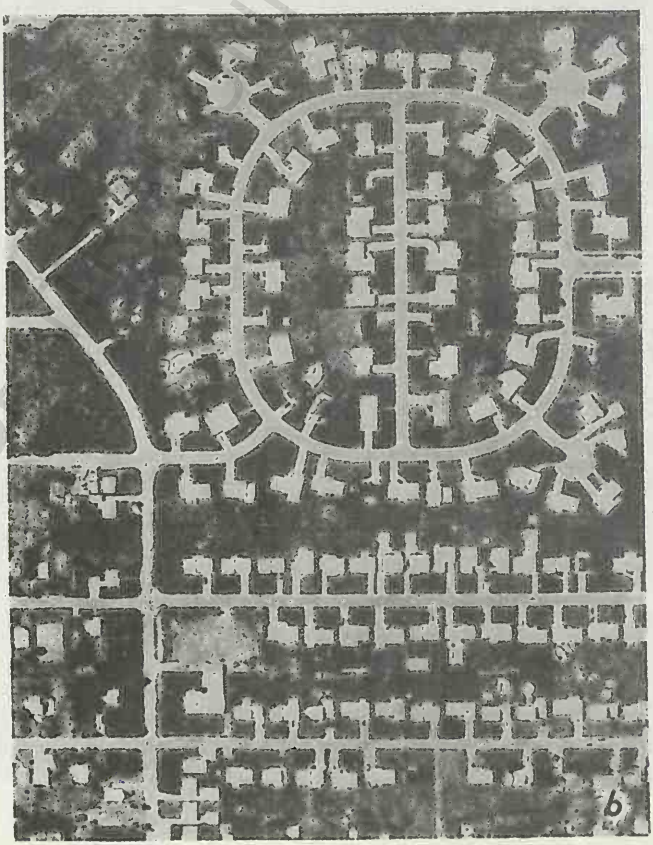
BOTSWANA UNIVERSITY LIBRARY

PLANȘA XLVI. *Așezare rurală din Subcarpații Getici.* Structură liniară, gospodăriile fiind dispuse de ambele părți ale șoselei, care merge în lungul văii. Grădini înguste și alungite cu livezi. Livezi multe și în afara satului. În seș, culturi cerealiere pe parcele înguste.

PLANȘA XLV. *Așezare rurală din Podișul Hîrtibaciului.* Structură neregulată, clădiri distanțate; gospodăriile au curți mari și grădini. În stînga, jos, agroterase care trădează forma versanților. În dreapta sus, culturi cerealiere.

BCU IASI

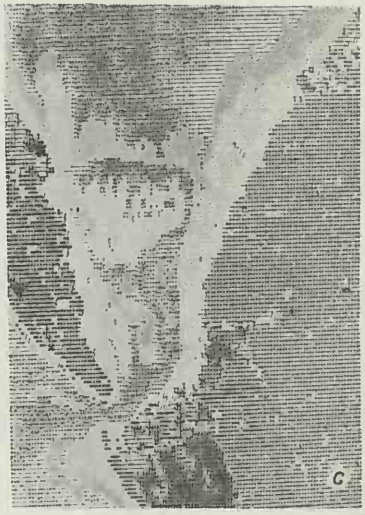




PLANȘA XLVII.

a — Sistemul de aerofotografiere.
b — Ortofotografiere.

BCU IASI / CENTRUL DE DOCUMENTARE



PLANȘA XLVIII.

Prelucrarea automată a aerofotografiilor:

a — separarea arealelor cu densități de înnegrire egale (a_1) de pe fotografie (a_2);

b — prelucrarea electronică a unei fotografii aeriene pentru a spori efectul plastic al imaginii, punînd mai bine în evidență relieful;

c — schiță de hartă tematică, elaborată cu ajutorul calculatorului electronic prin prelucrarea imaginilor obținute din satelit în diverse benzi spectrale. Semnele convenționale indică utilizarea terenului pe insule și pe uscatul continental, turbiditatea apei marine și tipul de sedimente litorale.

BCU IASI - CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY